



۷۳۳۰۶۶

Title - TABEEL MUNA2IR.

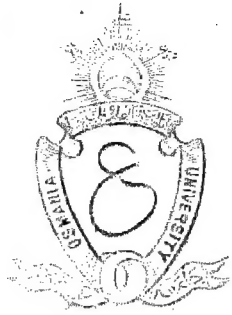
Creator - Mstg. Abdul Rehman Khan.

Publisher - Darul Uloom Deoband (Hyderabad)

Date - N.A.

Pages - 446.

Subjects - Science - Physics; Physical Optics;
Science - Tabeei Muna2ir.



سلسلہ علم و ادب

طبعی مناظر

(برائے بی۔ ایس سی)

تالیف

مولوی محمد عبدالرحمن خاٹنا بی۔ ایس سی آنرز (لندن)
اسوشیٹڈ ایف دی رائل کالج آف سائنس (لندن) فیلو آف دی رائل سٹرونامیکل سوسائٹی - فیلو آف دی فزیکل سوسائٹی
سابق صدر کلیہ جامعہ عثمانیہ حیدرآباد دکن

۱۳۵۸ھ م ۱۳۴۸ھ م ۱۳۹۶ھ م

دارالافتاء دارالعلوم دیوبند

M.A.LIBRARY, A.M.U.



U33064

الف

۳۳۶۲

۵۳۵۲

۱۲۴

(ط ۲)



تمہید منجانب مؤلف

۱۲۱

طبیعی مناظر پر بطور ایک علیحدہ مضمون کے عموماً بہت کم کتابیں لکھی گئی ہیں۔ مستند اساتذہ کی جتنی بھی درسی کتابیں شائع ہوئی ہیں (مثلاً پرسن - آر ڈبلیو ووڈ - شو سٹر ایڈز وغیرہ کی) ان میں ہندسی و طبیعی مناظر دونوں شامل ہیں۔ اس کی وجہ سے مصنف جب علم المناظر کے دونوں حصوں پر مساوی اور خاطر خواہ توجہ کرنا چاہتا ہے تو کتاب ضخیم ہو جاتی ہے اور جامعات کے طیلسان کے خواہشمند طالب علموں کو اپنی ضروریات کی چیزیں ڈھونڈنے میں بڑی وقت پیش آتی ہے۔

مؤلف نے اپنی اس کتاب میں ان دقتوں کو رفع کرنے کی کوشش کی ہے۔ باوجود اختصار تقریباً ان تمام امور پر بحث کی گئی ہے جن کا جاننا طبیعی مناظر کے مبتدی کے لیے لازمی ہے۔ مجھذا تحقیقاتِ عالیہ کے سمجھنے کے لیے جن شعبوں پر بطور خاص توجہ کی ضرورت ہے ان کو ممکنہ سہولت اور وضاحت کے ساتھ پیش کرنے کے لیے اساتذہ کی تقریباً تمام درسی کتابوں سے مدد لی گئی ہے۔ طیف نگاری اور نظریہ طیف پر کافی تفصیل سے لکھا گیا ہے۔ رامن اثر کی بڑھتی اہمیت اور اس کی ہندوستانی نژاد کو پیش نظر رکھ کر اس کے لیے آخری باب مخصوص کر دیا گیا ہے۔

جدید شعبوں کی اہمیت کے ساتھ قدیم شعبوں مثلاً تدخُل انکسار نور، قسیمی مناظر، وغیرہ کا بھی حتی الامکان پورا لحاظ رکھا گیا ہے۔

طلبہ کی سہولت کی خاطر اگرچہ معمولی ریاضی ہی سے کام لیا گیا ہے مگر
ہر نتیجہ ضروری استدلال اور تجربی مواد پیش کرنے کے بعد حاصل
کیا گیا ہے۔ فقط

محمد عبدالرحمن خاں

مضمین

طبیعی مناظر

مضامین

۱۰

الف

- باب (۱)۔** نور کے موجی نظریہ کے متعلق مختصر تاریخی واقعات - ہویگنز (Huygens) کا اصول - معمولی انعکاس و انعطاف نور کے کلیوں کا ثبوت - عدسوں اور سادہ مناظری آلات کے ضابطوں کا موجی نظریہ کے ذریعہ ثبوت - نور کی اشاعت کی تنظیم میں - منطقی سختی۔
- باب (۲)۔** نور کا تداخل اور اس کے متعلق مختلف تجربے - پتلی جلیوں کے رنگ - نیوٹن کے رنگین حلقے - اصول تداخل نور کے اطلاقات - تداخل پیمائی اور اس کے آلات۔
- باب (۳)۔** انکسار نور (Diffraction) - تجربی تحقیقات - سیدھی بارٹھ سے نور کا انکسار اور اس کے متعلق فرینیل (Fresnel) کا نظریہ - مسائل انکسار نور کا حل کورن (Cornu) کے لوبی کے ذریعہ - مستوی انکساری جالی کا نظریہ - مقعر جالی میں

۲۲

صفحہ نمبر	مضامین
۶۸	<p>نور کا انکسار - منعرجالی کی مختلف تنصیبات (mountings) - دائری سپرہ سے نور کا انکسار - دور بین کی تحلیلی طاقت - ذرات کے زیر اثر نور کا بکھرنا (Scattering) - باب ۳ - مناظری طیفوں - تجربی معلومات - اقسام طیفوں - طیفی سلسلے اور ان کے متعلق باہر (Balmer) رڈ برگ (Rydberg) اور رٹس (Ritz) کے ضابطے - بور (Bohr) کا طیفی نظریہ - ناقص مدار اور سوہر فلڈ (Sommerfeld) کی تصحیح لمحاظ اصول اضافیت (Relativity) - بند ناظیف - ۱۳۹ باب ۵ - طیف پیمانی اور اس کے آلات - سیڑھی یا زینرما (Echelon) جالی - لٹرا گرس کے (Lummer-Gehrcke) کی متوازی تختی - فابری اور پیرو (Fabry and perot) کا تداخلی طیف پیمانہ - زیمانی (Zeeman) اثر - اسٹارکی (Stark) اثر - ہیڈت (Astronomy) میں تداخل پیمانہ کا استعمال: دھڑے ستاروں کی تحلیل اور علاقائی (giant) ستاروں کے قطر کی پیمائش - باب ۶ - تقطیب نور - آئس لینڈ اسپار - مناظری محور - دھڑا انعطاف اور ہوئیگینز کی توجیہ - نیکول (Nicol) کا منشور - دو محوری قلموں میں نور کی اشاعت - نور کی موج کی سطح - اندرونی اور بیرونی مخروطی انعطاف - یک محوری اور دو محوری قلموں کے اندر تداخل نور کے مشاہدات اور ان کی تجربی تحقیقات - ۲۴۵ باب ۷ - نور کی ناقصی و دائری تقطیبیں اور ان کی پہچان - محولانہ تقطیب - مناظری تجویز اور شکر پیمانی - انعکاس اور انعطاف نور کے نظریے - ۳۳۷</p>

صفحہ نمبر	مضامین
۳۶۵	<p>باب ۱ - انتشارِ نور (Dispersion) کا نظریہ - غیر معمولی (Anomalous) انتشارِ نور کی توجیہ اور تجربے -</p> <p>باب ۲ - مادے اور ایٹم کی اضافی حرکت - نور کی "تخللات" (Aberration) فیلسی (Fizeau) کا تجربہ - ایٹم کا بہاؤ - مائیکلسن اور مورلی (Michelson and Morley) کا تجربہ - ٹراوٹن اور نوبل (Trouton and Noble) کا تجربہ - آلیوس لاج کا تجربہ - فلز جبریلڈ اور لورنٹس سکڑاؤ (Fitzgerald-Lorentz Contraction) -</p> <p>آئنسٹائن (Einstein) کا اصولِ اضافیت: اختصاصی نظریہ اور عام نظریہ -</p> <p>باب ۳ - انجذاب و افتراقِ نور (بکھراؤ) میں امتیاز - لمگی اشعاع اور فلوریسنس (سیل اسپاری تر ہتر) - انتخابی انعکاس - چھوٹے ذرات سے نور کا افتراق - رامن اثر (Raman Effect) - تجربی نتائج اور مختصر نظریہ -</p>
۳۸۳	
۳۲۱	

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ
طبیعی مناظر
پہلا باب

نور کا موجی نظریہ

مختصر تاریخی واقعات — آنکھ کو رویت کا احساس نور ہی کی وجہ سے ہوتا ہے۔ نور اپنے مبدا سے نکل کر آنکھ تک پہنچنے کے لیے کسی مادی واسطہ کا محتاج نہیں ہے۔ اگر ایسا ہوتا تو آفتاب اور ستاروں کے وجود کا ہمیں احساس نہ ہوتا۔ پس نور کی اشاعت کے لیے مادی واسطہ کی ضرورت نہیں۔ افلاطون کے زمانہ (۴ صدی قبل مسیح) سے لوگوں کو معلوم ہے کہ نور کسی عکاسی سطح سے جب ٹوٹتا ہے تو زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس عین مساوی ہوتے ہیں۔

انعطاف نور کے کلیہ اگرچہ اندلس کے عربوں کو ضابطہ کی شکل میں معلوم نہ تھے تاہم انہوں نے دریافت کر لیا تھا کہ پانی میں جب نور منعطف ہوتا ہے تو زاویہ وقوع کی خاص خاص قیمتوں کے لیے زاویہ انعطاف کی بھی خاص خاص قیمتیں ہوتی ہیں اور یہ قیمتیں جدولوں کی شکل میں تیار کر لی گئی تھیں۔ انہیں مشاہدات کی بدولت اوائل سترہ صدی عیسوی میں اسنل (Snell) نے ہالینڈ میں اور ڈیکارٹ (Descartes) نے فرانس میں جیب زاویہ وقوع اور جیب زاویہ انعطاف کی مستقل نسبت کا کلیہ دریافت کیا۔ عرصہ دراز سے لوگوں کو اس کا

بھی علم چلا آ رہا ہے کہ نور دو شفاف واسطوں کی فاصل سطح سے وقت واحد میں منعکس بھی ہوتا ہے اور منعطف بھی۔

نور کی خط مستقیم میں اشاعت جس کی وجہ سے سایہ پیدا ہوتے ہیں یونان کے علماء بھی بخوبی جانتے تھے۔ البتہ ان کا یہ غلط مفروضہ کہ نور آنکھ سے نکل کر مرئی شے تک سفر کرتا ہے نہ کہ مرئی شے سے آنکھ تک اندلس کے عربوں نے رد کیا۔

۱۶۶۶ء میں نیوٹن نے انتشار نور کا تجربہ کر کے بتایا کہ سفید نور چند رنگوں کا مرکب ہے۔

ان تمام واقعات کی کم از کم سرسری توجیہ کے لیے ۱۶۸۴ء سے پہلے یہ مفروضہ کافی سمجھا گیا تھا کہ نور کی شعاعیں دراصل بہت ہی چھوٹے جُسمات ہیں جو مبداء سے نکل کر خطوط مستقیم میں حرکت کرتے ہیں۔ اگرچہ ۱۶۸۶ء میں رومر (Römer) نے مشتری کے چاند کی حرکتوں کا مشاہدہ کر کے نور کی رفتار کا تخمینہ علمی دنیا کے سامنے پیش کر دیا تھا لیکن نور کے جیسی نظریہ کے حامی نور کی اس انتہا درجہ تیز رفتار کی اہمیت سے متاثر ہوئے اور جُسمات کو کافی چھوٹا تصور کر کے مطمئن تھے کہ ان کا نظریہ برقرار رہیگا۔

۱۶۷۷ء میں بارتھولینس (Barthölenus) نے ایک محوری قلوں میں نور کے دو ٹیلے انعطاف کا انکشاف کیا اور ہویگنز (Huygens) نے ۱۶۷۸ء میں نور کے موجی نظریہ کو واضح صورت میں پیش کر کے انکاس اور انعطاف کی بخوبی توجیہ کی۔ اسی نظریہ کے ذریعہ اُس نے ۱۶۹۰ء میں نور کے دو ٹیلے انعطاف کو بھی سمجھایا۔

ہویگنز نے اگرچہ تقطیب نور دریافت کیا لیکن چونکہ اس کے موجی نظریہ میں نور کی موجیں طولی فرض کی گئی تھیں تقطیب کا مسئلہ اس سے حل نہ ہو سکا۔ مہمندا نور کا خط مستقیم میں اشاعت پانا بھی موجی نظریہ کے خلاف ایک بڑا بھاری اعتراض تھا جو ہویگنز سے رفع نہ ہو سکا۔ جیسی نظریہ کے حامی جن میں نیوٹن اور لاپلاس جیسی شخصیت کے لوگ شریک تھے موجی نظریہ کے خلاف یہ سوال پیش کرتے تھے کہ

اگر نور موجی حرکت کا نتیجہ ہے تو غیر شفاف اجسام کا سایہ کوئی معنی نہیں رکھتا اس لیے کہ عام طور پر موجیں ایسے اجسام کے بازو سے ٹکراتی ہیں۔ موجی نظریہ کے طرفداروں کو نور کی موجوں کے طول کا بھی صحیح اندازہ نہ تھا اور نہ وہ اس سے واقف ہو سکے تھے کہ نور باڑھ دار اجسام یا باریک تاروں کے پاس فی الحقیقت مُرد جاتا ہے۔ یہ واقعات جواہر اب انکسار نور کے نام سے مشہور ہیں گریمالڈی (Grimaldi) کو ۱۶۶۵ء میں منکشف ہوتے ہوئے رہ گئے۔ اُنیسویں صدی کے آغاز میں تھامس ینگ نے تداخل نور کے تجربے کیے اور ان کی مدد سے نور کے موجی نظریے کو بڑی تقویت پہنچائی۔ اگرچہ ینگ نے ہویلاڈ کی طرح نور کی موجوں کو طوطی تصور کیا اور اس لیے تقطیب نور کا مسئلہ حل نہ کر سکا۔ تاہم اس نے تداخلی دھاریوں اور پتلی جھلیوں کے رنگوں کی خاطر خواہ توجیہ کی۔

موجی نظریہ کا سب سے زبردست مؤید فرینیل (Fresnel) تھا۔ اس نے سائنس میں مناظری تحقیقات شروع کی اور سب سے پہلے بتایا کہ نور کی موجیں عرضی متصور ہونی چاہئیں۔ اس تصور سے تقطیب نور کا مسئلہ آسانی سے حل ہو گیا۔ فرینیل ایک غیر معمولی ذہانت اور فراست کا عالم تھا۔ اُس نے نہ صرف نور کی خط مستقیم میں اشاعت ثابت کی بلکہ دو عیلة انعطاف اور انکسار نور کے پیچیدہ سے پیچیدہ مسائل کو بھی حل کر کے بتایا۔ سائنس میں جیسی نظریہ کو شکست فاش نصیب ہوئی جبکہ فوکو (Foucault) نے اپنے مشہور تجربہ سے ثابت کر دیا کہ نور کی رفتار پانی میں بہ نسبت ہوا کے کمتر ہے جیسی نظریہ اس نتیجہ پر پہنچاتا ہے کہ ہوا کی بہ نسبت پانی کی کثافت زیادہ ہونے کی وجہ سے نور کے جیسات جب ہوا سے نکل کر پانی میں داخل ہوتے ہیں تو ان کی رفتار تیز تر ہو جانی چاہیے۔ جب تک تجربہ سے اس امر کا امتحان نہ ہو سکا تھا جیسی نظریہ بالکل یہ متروک نہیں ہوا تھا۔ لیکن فوکو کے تجربہ کے بعد اس کا کوئی حامی نہ رہا اور موجی نظریہ کو عام مقبولیت حاصل ہوئی۔

سکالرک میکسول سے قبل موجی نظریہ کا مفہوم یہ تھا کہ فضاء ایتھر سے بھری ہوئی ہے جو باوجود انتہائی رقت کے فولاد سے کروڑوں درجہ زیادہ صلب ہے۔

مکرو یا ایٹم کو ایک طرف بہت ہی چکدار ٹھوس ماننا پڑتا ہے اور دوسری طرف اس قدر رقیق کہ اس میں زمین اور ستارے وغیرہ نہایت آسانی کے ساتھ بغیر کسی بھی مزاحمت کے حرکت کرتے ہیں۔

ایٹم کے اس تصور کا لازمی نتیجہ یہ ہے کہ اس میں جب کبھی ذرہ کی نوعیت کی عرضی موجیں پیدا ہونگی ان کے ساتھ ساتھ طولی موجوں کا وجود بھی لازمی ہو جائے گا اور کے ساتھ ایسی موجیں اب تک باوجود تلاش مشاہدہ نہ ہو سکیں۔

۱۸۹۷ء میں کلارک میکسول نے ان وقتوں سے بچنے کے لیے اور بعض نظری دلائل کی بناء پر نور کا برقی مقناطیسی نظریہ پیش کیا جس میں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ نور اس کی دوری طریقہ پر تبدیل ہونے والی برقی قوت اور اس کی متعلقہ دوری مقناطیسی قوت کے مشترکہ عمل کا نتیجہ ہے۔ اس موجی حرکت کی رفتار مقدار برق کے لیے برقی مقناطیسی اور برقی سکونی اکائیوں میں ہمیشہ برابر ہوتی ہیں ان کی نسبت کے مساوی برابر ہوتی ہے۔ عام برقی مقناطیسی موجوں اور نور کی موجوں میں محض طول موج کا فرق ہے۔ میکسول نے برقی مقناطیسی موجوں کے وجود کا ثبوت نظری دلائل سے پیش کیا تھا۔ ۱۸۹۷ء میں ہرٹس (Hertz) نے عملاً ایسی موجیں پیدا کر کے دکھائیں۔

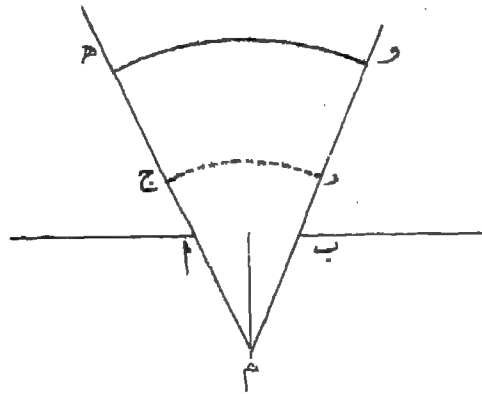
میکسول کے برقی مقناطیسی نظریہ کے لیے بھی ایٹم کا وجود لازمی ہے۔ لیکن اس نظریہ میں ایٹم کے خواص اور طریقہ عمل سے کوئی بحث نہیں۔ ۱۹۰۱ء - لورنٹس (H. A. Lorentz) نے بعد میں میکسول کے نظریہ کی تکمیل کی۔ اس نے فرض کیا کہ مادے کے سالمات اور جواہر میں جو برقیہ ہیں اپنی وضع توازن سے ہٹ کر جب ہتزاز کرتے ہیں تو نور کی اشاعت عمل میں آتی ہے۔ لورنٹس کا نظریہ مقناطیسی مناظر انتشار نور وغیرہ کے مظاہر کی غیبی توجیہ کر سکا۔ لیکن طیوت کی حقیقت اور ضیاء برقی مظاہر پر کافی روشنی نہ ڈال سکا۔

۱۹۰۰ء میں پلانک (Planck) نے اپنا نظریہ قدریہ علمی دنیا کے سامنے پیش کیا۔ ابتدا بہت کم عالموں نے اس کو قبول کیا لیکن ۱۹۱۷ء میں

آئیئنسٹائن (Einstein) نے اس میں چند ترمیمات تجویز کیے اور اس کے ذریعہ ضیاء برقی مظاہر کی توجیہ کی۔ ساتھ ہی بور (Bohr) ، سومرفیلڈ (Sommerfeld) وغیرہ نے اس نظریہ قدریہ کا طیف پیمائی پر اطلاق کر کے اس کو نہایت کامیاب ثابت کیا۔

ہوئیگنز کا اصول — موجی نظریہ کے ذریعہ انعکاس و انعطاف

کی توجیہ کے لیے ہوئیگنز نے ایک نتیجہ خیز اصول پیش کیا جس کی رو سے ناصیہ موج کا ہر ذرہ ابتدائی خصل کے مائل ثانوی خصلوں کا مرکز بن جاتا ہے۔ اس طرح ہر جو ثانوی موجیں پیدا ہوتی ہیں ان کا لقا ناصیہ موج کی بعد کو آئے والی شکل کی تعبیر کرتا ہے۔ مثلاً فرض کرو کہ اب بھری میں سے ذرہ کی کروی شکل کی موجیں



شکل ۱۔

نکل رہی ہیں اور م ان کا مرکز ہے۔ اگر قوس ج و ناصیہ موج کی ایک وضع کو تعبیر کرتی ہے تو د ثانیہ بعد کی وضع معلوم کرنے کے لیے ج د پر سکے سر نقطہ کو مرکز مان کر م و نصف قطر والے دائروں کی قوسیں کھینچو جہاں م و کی رفتار ہے۔ اس طرح جو ثانوی قوسیں دستیاب ہوں گی ان کا لقا ناصیہ موج کی مطلوبہ وضع کو تعبیر کریگا۔ اس اصول کے ذریعہ ہوئیگنز کو انعکاس و انعطاف سمجھانے میں کامیابی حاصل ہوئی۔ لیکن اگر بغور دیکھا جائے تو اس اصول کی

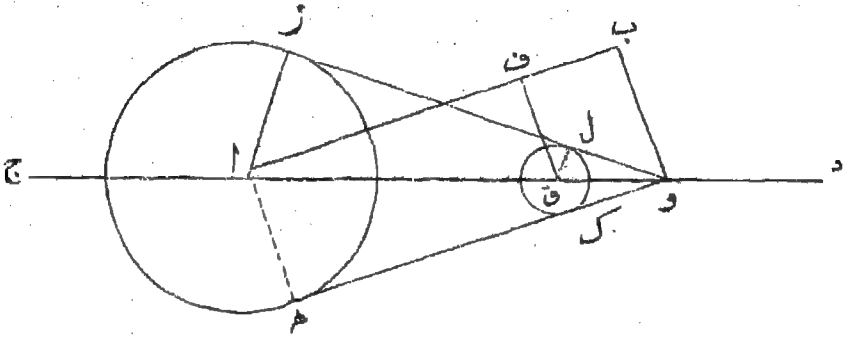
نسبت چند اعراض پیش ہو سکتے ہیں :-
(۱) کیا وجہ ہے کہ ناصیہ موج نور کی اشاعت کے مخالف سمت میں ثانوی موجوں کا ایک دوسرا ناصیہ موج پیدا نہیں کرتا۔
(۲) لغات سطح کے تماس کے علاوہ ثانوی موجوں کے جو ٹکڑے رہ جاتے ہیں کہاں غائب ہو جاتے ہیں۔

پہلے اعتراض کا یہ جواب دیا جاسکتا ہے کہ ناصیہ موج پر کے ثانوی غلطیوں کے مرکز آزاد مبدائے غلط نہیں ہیں بلکہ مبداء سے آنے والی موجی حرکت کی وجہ سے متحرک ہیں۔ اس بات کو پیش نظر رکھ کر بغیر کسی غیر معمولی دقت کے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ پیچھے کی طرف ناصیہ موج کیوں نہیں پھیل سکتا۔ دوسرے اعتراض کے ساتھ وہی امور شامل ہیں جو انعکاس اور خط مستقیم میں نور کی اشاعت کی توجیہ میں پیش آتے ہیں۔ ہولنگنز کا سادہ اصول کافی ترمیم بغیر ان مظاہر کو سمجھانے میں قاصر ہے۔ فرینیل نے یہ فرض کر کے کہ ثانوی موج کا اثر پورے سامنے کے نصف کرہ پر حاوی ہوتا ہے اور مخالف ہیئت کی موجیں ایک دوسرے کو تلف اور مائل ہیئت کی موجیں ایک دوسرے کی تائید کرتی ہیں (یعنی اصول متبادل سے کام لے کر) ان مظاہر کی خاطر خواہ توجیہ کی۔
اس وقت ہم ہولنگنز کے ابتدائی اصول کے ذریعہ سے مستوی اور گردی موجوں کے انعکاس اور انعطاف کے کلیے ماخوذ کریں گے۔

مائل مستوی موج کا انعکاس — شکل ۱ میں فرض کرو

ا کہ اب اور ج د علی الترتیب ایک مستوی ناصیہ موج اور انعکاس انگیز مستوی سطح کو تعبیر کرتے ہیں جو اس صفحہ کے مستوی کے علی التوازم ہیں۔ ب سے اب کے علی التوازم ایک خط ب و کیچنچو ج د سے نقطہ و پر ملے۔ اھ خط ب و کے متوازی اور مساوی کیچنچ کرھ اور و کو بلا دو۔ اگر انعکاس پیدا کرنے والی سطح ج د مائل نہ ہوتی تو خط ھ و ناصیہ موج کی ۱۱۱۱ ثانیہ بعد کی وضع کو تعبیر کرتا جس میں سرانور کی رفتار فی ثانیہ ہے۔ اب پر کوئی ایک نقطہ ف لے کر

اس سے ق ق ک ایک عمودی خط کھینچو۔ ہولیکنز کے اصول کے بموجب ا ب کا ہر ایک نقطہ ثانوی غللوں کا مرکز بنتا ہے۔ جتنی دیر میں ب سے نکلی ہوئی



شکل ۲

ثانوی موج د تک پہنچتی اتنی دیر میں ا سے نکلی ہوئی ثانوی موج ا ہ فاصلہ اور ق سے نکلی ہوئی ثانوی موج ق ک فاصلہ طے کرتی۔ لیکن سطح ج د کے حامل ہونے کی وجہ سے یہ ثانوی موجیں ج د کے اس جانب جس جانب ناصیہ موج ا ب واقع ہے علی الترتیب ا ہ اور ق ل کے مساوی فاصلے طے کرتی ہیں۔ پس مرکز ا سے نصف قطر ا ہ کا دائرہ کھینچو اور مرکز ق سے ق ل نصف قطر کا دائرہ۔ چونکہ د ک ہ ان دونوں دائروں کا خط مماس ہے اس لیے ج د کے دوسرے جانب ول ز ان دائروں کا ایک دوسرا خط مماس کھینچا جاسکتا ہے۔ ہم نے ق ناصیہ موج ا ب پر کوئی سا ایک نقطہ لیا تھا پس ق ز انعطاف انگیز سطح کے جزو ا و کے ہر نقطہ سے نکلتے والی تمام ثانوی موجوں کو مس کر گیا۔ بالفاظ دیگر ق ز ان ثانوی موجوں کا لٹاف ہے اور اس لیے منعکس ناصیہ موج کو تعبیر کرتا ہے۔ شکل کے ہندسہ پر غور کرنے سے فوراً معلوم ہو جاتا ہے کہ واقع موج کا انعکاس انگیز سطح کے ساتھ جو میلان ہے منعکس موج کا میلان اس کے مساوی ہے۔ پس زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس مساوی ہیں۔

ظاہر ہے کہ ۱۵ واقع شعاع کی سمت ہے اور ۱۲ منعطف شعاع کی سمت۔ ۱۵ و ۱۲ زاویہ وقوع کے مساوی ہے اور ۱۱ و ۱ زاویہ انعطاف کے مساوی۔ پس ان دو واسطوں کے لیے

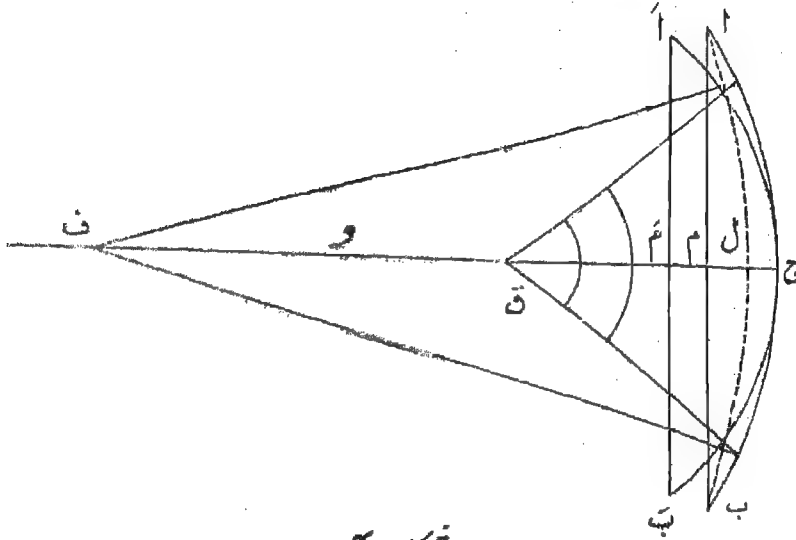
$$\frac{\text{انعطاف نماہ}}{\text{جیب ۱۵}} = \frac{\text{جیب ۱۵}}{\text{جیب ۱۲}} = \frac{\frac{۱۵}{۱۲}}{\frac{۱۵}{۱۲}} = \frac{۱۵}{۱۲} = \frac{۱۵}{۱۲}$$

اگر پہلا واسطہ ہوا اور دوسرا پانی یا شیشہ ہے تو چونکہ مرعینی انعطاف نما کی قیمت اس صورت میں اکائی سے زیادہ ہے اس لیے ہویگنز کے اس نظریہ سے ہوا میں نور کی رفتار بہ نسبت پانی یا شیشہ کے زیادہ ہے۔ جیسا کہ ہم آگے چل کر بتائیں گے۔ فو کو کے تجربہ سے بھی یہی ثابت ہوتا ہے۔ نیوٹن کا جیسی نظریہ اس کے خلاف نتیجہ ظاہر کرتا ہے اس لیے غلط مانا جاتا ہے۔

مقعر آئینہ میں کروی موجوں کے انعکاس کا

ضابطہ — فرض کرو شکل ۱۱ میں نقطہ ف مبدائے نور ہے جس سے نکل کر نور کی موجیں مقعر آئینہ ۱ ج ب سے منعکس ہوتی ہیں۔ ہم فرض کریں گے کہ ف مقعر آئینہ کے مرکز و سے دور واقع ہے۔ ایسی صورت میں نور کی کروی موج ۱ ل ب آئینہ کے کناروں ۱ اور ب کو مس کریگی تو اس کا وسطی حصہ ل آئینہ کے وسطی حصہ ج سے بقدر فاصلہ ج ل آگے کو بڑھا ہوا ہوگا۔ ل سے نکلی ہوئی ثانوی موجیں جب ج کو مس کریں گی تو ۱ اور ب سے نکلی ہوئی ثانوی موجیں علی الترتیب ۱ اور ب تک پہنچ جائیں گی۔ چونکہ آئینہ کا سہوہ ۱ ج بمقابلہ آئینہ کے مرکز کے بہت چھوٹا مانا جاتا ہے اس لیے ۱ اور ب بے نہ صرف ل ج کے مساوی بلکہ اس کے متوازی بھی تصور ہو سکتے ہیں۔ پس آج ب منعکس ثانوی موجوں کا لٹاف اور اس لیے منعکس ناصیہ موج ہے۔ سہوہ چھوٹا ہونے کی وجہ سے ہم اس کو بھی کروی مان سکتے ہیں۔ فرض کرو اس کا مرکز ق ہے ق ف سے نکلی ہوئی کروی موجیں آئینہ سے منعکس ہو کر ق میں سے گزریں گی۔ اس لیے ق آئینہ میں

ف کا خیال ہوگا۔



شکل ۳۳

اب اور اب محو ف ج کو علی السریب م اور م نقطوں میں قطع کرتے ہیں۔ اگر ص آئینہ کا نصف قطر ہو تو دائرہ کے خواص سے

$$۲ ص \times ج م = ج م^۲$$

$$پس \frac{ج م^۲}{۲ ص} = ۱$$

$$م = ا م = ی بالفرض تو \frac{ج م^۲}{۲ ص} = ۱$$

$$اسی طرح ق ل = ی اور ی ج = ی ج$$

ف ل تقریباً ج ل کے مساوی ہے اس لیے اس کو آئینہ سے شخص کا فاصلہ تصور کر سکتے ہیں ق ج آئینہ سے خیال کا فاصلہ خ ہے۔

$$پس \frac{ج م^۲}{۲ ص} = ۱ \quad 'ج م^۲ = ۱ \quad ی ج = ۱ \quad اور ی ج = ۱$$

لیکن شکل سے واضح ہے کہ $\text{م ج} - \text{م ج} = ۱۲ = \text{م ج} - \text{م ل}$

$$\text{م ج} + \text{م ل} = \text{م ج} + \text{م ل}$$

مساوات کی ہر ایک رقم کو $\frac{۲}{۱۲}$ سے ضرب دینے سے

$$\frac{\text{م ج} + \text{م ل}}{۱۲} = \frac{\text{م ج}}{۱۲} + \frac{\text{م ل}}{۱۲}$$

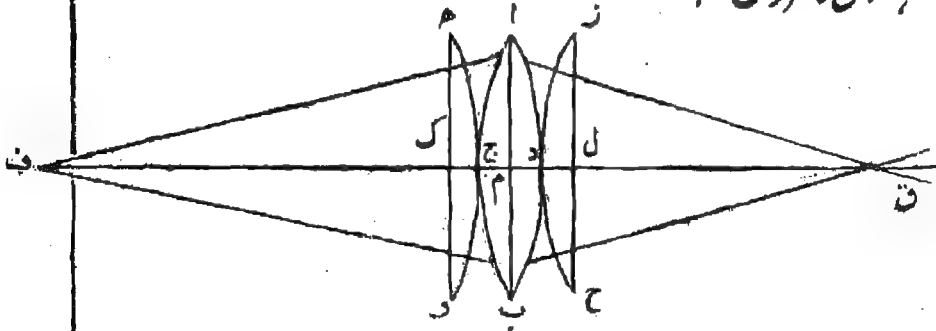
$$\frac{۱}{۱۲} = \frac{۱}{۱۲} + \frac{۱}{۱۲}$$

جو چھوٹے سپرہ کے گروی آئینوں کے انعکاس کا ضابطہ ہے۔

پتلے عدسہ کے ماسکی فضل کا ضابطہ — شکل ۵ میں

فرض کرو ا ج ب د ایک محدب الطرفین پتلا عدسہ ہے اس کے محور پر ف ایک شخص (نقطہ) ہے جس سے گروی موجیں نکل کر عدسہ میں داخل ہوتی ہیں۔ ا ج و ایک گروی موج عدسہ کو ٹھیک نقطہ ج پر رس کر رہی ہے۔ عدسہ میں سے خارج ہونے کے بعد موج کا رخنا دوسری طرف ہوتا ہے یعنی موجیں بجائے موثر ہونے کے مستحق ہوتی ہیں اور بالآخر نقطہ ق پر اکٹھی ہوتی ہیں۔ نقطہ ق نقطہ ف کا خیال ہے۔

فرض کرو عدسہ سے ٹھیک خارج ہونے کے وقت موج کی تعبیر ز د ح سے ہوتی ہے جس کا مرکز ق ہے۔



شکل ۵

اب کو ملاؤ۔ فرض کرو اس کا تقاطع محور ف ق کے ساتھ نقطہ م پر ہے۔

اسی طرح عمود $د$ اور $ز$ محور کو علی الترتیب $ک$ اور $ل$ نقطوں میں قطع کرتے ہیں۔

$ف$ سے $ج$ شعاع میں $ق$ تک جاتی ہیں ان سب کا منافی طول مساوی ہے۔ پس

$$۱ھ + ۱ز = م (ج د)$$

$$\text{اس لیے } ک م + م ل = م (ج د)$$

$$\therefore ک ج + ج م + م د + د ل = م (ج م + م د)$$

$$\therefore ک ج + د ل = (م - ۱) (ج م + م د)$$

پس اگر $۱م = ھ ک = ز ل$ کو $ی$ سے تعبیر کریں تو مساوات کو $\frac{۲}{۱ی}$ سے

ضرب دینے سے

$$\left(\frac{۲۲}{۱ی} + \frac{۴ج۲}{۱ی} \right) (۱-م) = \frac{۲د ل}{۱ی} + \frac{۲ک ج}{۱ی}$$

لیکن $از$ و $لے$ خواص دائرہ $۲ (ف ج) (ک ج) = ی$ $\therefore \frac{۲ک ج}{۱ی} = \frac{۱}{ف ج}$

اسی طرح مساوات کی دوسری رقموں کے لیے بھی ایسے ہی نتائج برآمد ہونگے۔ پس

$$\left(\frac{۱}{ص} + \frac{۱}{ص} \right) (۱-م) = \frac{۱}{خ} + \frac{۱}{ش}$$

جس میں $ش = ف ج$ اور $خ = د ق$ ۔ عام قرار داد کے لحاظ سے ہی مثبت منفی علامتیں فرض کی گئی ہیں۔

$$\therefore \frac{۱}{خ} - \frac{۱}{ش} = (۱-م) \left(\frac{۱}{ص} - \frac{۱}{ص} \right) \text{ جو عددوں کا عام}$$

ضابطہ ہے۔

نور کی اشاعت خط مستقیم میں (فرینیل کی تجویز)

کھینچو جو ان دائروں کو ک_۱۔ اور ک_۱ نقطوں میں قطع کرے۔ آخری دو دائروں کے درمیانی منطقہ کا رقبہ

$$\pi = (دک_۱ - دک_۲)$$

$$\pi = \{ (فک_۱ - ط_۱) - (فک_۲ - ط_۲) \}$$

$$\pi = (فک_۱ - فک_۲)$$

$$\pi = \left\{ \left(ط + \frac{ن}{۲} \right) - \left(ط + \frac{ن}{۲} \right) \right\}$$

$\pi = ط$ اگر ہم ل_۱ کو دوسرے مقادیر کے مقابلہ میں نظر انداز کر دیں۔ چونکہ ن کی کوئی سی قیمت لی جاسکتی ہے اس لیے کسی بھی دو متصل کڑوں کے مابین کا مستوی ۲ ب کا مقطع تقریباً مستقل رقبہ رکھتا ہے۔

چونکہ ۲ ب مستوی ناصیہ موج ہے اس کا ہر نقطہ حالت استراحت میں ہے اور کسی وقت بھی ان تمام نقطوں کے استراحت کی حیثیت ایک ہی ہے۔ پہلے منطقہ سے نقطہ ف کا فاصلہ ط اور ط + ل کے مابین ہے۔ دوسرے منطقہ سے اس کا فاصلہ ط + ل اور ط + ل کے مابین ہے۔ اسی طرح بقیہ منطقوں کے فاصلے بھی دو عدد کے مابین واقع ہیں۔ پس اگر یہ فرض کیا جائے کہ ف پر پہلے منطقہ سے آنے والی ثانوی موجوں کا حاصل اثر مثبت ہے تو دوسرے منطقہ سے آنے والی موجوں کا حاصل اثر منفی ہوگا۔ اسی طرح طاق عدد والے منطقوں کا مثبت اور جفت عدد والوں کا منفی۔ پس اگر ح_۱ حاصل اثر ہے تو

$$ح = م_۱ - م_۲ + م_۳ - م_۴ + \dots + (-1)^{n+1} م_n$$

جس میں جملہ کی رتیب وار متناظر منطقوں سے پیدا ہونے والے اثرات کو تعبیر کرتی ہیں۔

ذرا سا غور کر کے دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ ان منطقوں کا رقبہ صرف ن کی چھوٹی قیمتوں کے لیے مساوی ہو سکتا ہے۔ اس لیے کہ ل_۱ والی رتیب

صرف اسی صورت میں نظر انداز ہو سکتی ہے۔ ن کی قیمت اگر زیادہ ہوتی جائے تو منطقوں کا رقبہ بھی خفیف سا بڑھتا جائیگا۔ لیکن اس کے ساتھ ہی ہمیں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ن کی قیمت جیسے جیسے بڑھیں گی اس کے متعلقہ منطقہ کا فاصلہ بھی ف سے بڑھتا جائیگا اور چونکہ ف پر پہنچنے والی موجوں کا محیط فاصلہ کے بالعکس ہوتا ہے ن کی قیمت بڑھنے سے فاصلہ کی زیادتی کا اثر رقبہ کے اضافہ کے اثر پر سبقت لے جاتا ہے۔ اس لیے حاصل اثر کے چلہ کی ہر رقم اس سے پہلے آنے والی رقم سے خفیف سی کمتر قیمت رکھتی ہے۔

رقموں کے اس سلسلہ کا حاصل جمع معلوم کرنے کے لیے ہم شو میٹر (Schuster) کا طریقہ اختیار کرتے ہیں۔ فرض کرو کہ اس سلسلہ کی آخری رقم طاق ہے تو ہم ان رقموں کو دو مختلف طریقوں پر ترتیب دے سکتے ہیں۔

$$ح = \frac{1}{2} + \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) + \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) + \dots$$

$$\text{اور } ح = \frac{1}{2} - \frac{1}{4} + \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8} + \frac{1}{8} \right) - \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{16} + \frac{1}{16} \right) - \dots$$

پس اگر ہر ایک رقم اس سے عین پہلے اور عین بعد کی رقموں کے حسابی اوسط سے بڑی ہے تو اوئیں کے اندر کے تمام جملے منفی ہوتے ہیں اور مندرجہ بالا مساواتیں اس طرح لکھی جاسکتی ہیں۔

$$ح > \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{1}{2^n}$$

$$\text{اور } ح < \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \frac{1}{2^n} + \frac{1}{2^n}$$

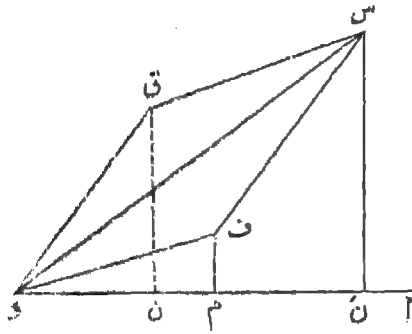
لیکن چونکہ قیمت کے لحاظ سے $\frac{1}{2^n}$... من بہت ہی بہت درج گھٹتے ہیں اس لیے $\frac{1}{2^n}$ کے بجائے $\frac{1}{2^n}$ اور $\frac{1}{2^n}$ کے بجائے $\frac{1}{2^n}$ لکھا جاسکتا ہے۔ پس ح جن حدود میں واقع ہے وہ مساوی ہو جاتے ہیں اور اس لیے

$$ح = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \frac{1}{2^n}$$

یعنی نقطہ ف پر ناصیہ موج کا حاصل اثر صرف پہلے اور آخری منطوقوں کے اثروں کا نصف ہے۔

ہم ترکیبی طریقہ سے بھی اس نتیجہ پر پہنچ سکتے ہیں۔ چنانچہ شکل ۷ کے ملاحظہ کیے معلوم ہوگا کہ ایک ہی وقت دور ان کی دو سادہ موسیقی حرکتیں سمیتوں کے متوازی الاضلاع کے ذریعہ مرکب ہو سکتی ہیں۔

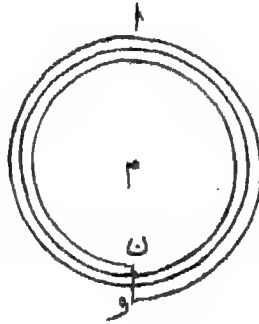
فرض کرو ف و ق، وق دی ہوئی دو سادہ موسیقی حرکتوں کے محیط ارتعاش ہیں یعنی ان حرکتوں سے نسبت رکھنے والے دائروں کے نصف قطر ہیں۔ ف اور ق ایک ہی زاویہ رفتار سے کے ساتھ اپنے اپنے دائروں میں حرکت کریں گے۔ حوالہ کے خط ۱ پر ف اور ق سے جو عمود ف م اور ق ن گرے جائیں گے ان کے سروں م اور ن کی حرکت سادہ موسیقی ہوگی۔ دونوں حرکتوں کی زاویہ رفتار



شکل ۷

ایک ہونے کی وجہ سے زاویہ ف وق مستقل ہوگا اور وس حاصل مجموعی سادہ موسیقی حرکت کے دائرہ کا نصف قطر ہوگا۔ یعنی من سے جو عمود من ن خط اب پر ڈالا جائیگا۔ اس کے سرے ن کی حرکت حاصل سادہ موسیقی ہوگی۔ اس لیے کہ م ن = ون اگر دو سے زاویہ یکساں ایک ہی زاویہ رفتار کی سادہ موسیقی حرکتوں کا حاصل دریافت کرنا ہو تو سمیتوں کے کثیر الاضلاع کے ذریعہ حاصل موسیقی حرکت کی تعیین ہو سکتی ہے۔ واضح ہو کہ کسی بھی نصف دوری منطقہ کے اندرونی اور

بیرونی کناروں سے آنے والی حرکتوں میں کمال ۲۲ کا تفاوتِ ہیئت پایا جاتا ہے۔ پس پہلے منطقہ سے آنے والی ثانوی موجوں کے حاصل اثر کی تعبیر خط ۱۱ سے ہوگی (دیکھو شکل ۷۸)۔ چونکہ شکل ۷۸ میں نقطہ ف سے منطقوں کے اندرونی کنارے ان کے بیرونی کناروں سے ذرا سے قریب تر ہوتے ہیں اس لیے شکل ۷۸ میں ۱۱ کا مسخنی ٹھیک نصف دائرہ نہ ہوگا بلکہ وہ کی بہ نسبت ۱ مرکز م سے خفیف سا قریب تر ہوگا۔ اسی طرح دوسرے منطقوں کے اثر کی اگر تعیین کی جائے تو لوبی کی سی شکل بنیگی۔ شکل ۷۸ میں چند منطقوں کا اثر و ن بتایا گیا ہے۔ اگر مزید منطقوں کا حاصل اثر معلوم کرنا ہو تو اسی ترسیم کا سلسلہ جاری رکھا جاسکتا ہے حتیٰ کہ بالآخر لوبی حل کر مرکز م پر ختم ہو جائیگی۔ جس کا مفہوم یہ ہے کہ جملہ ممکن منطقوں کا حاصل اثر پہلے منطقہ کے حاصل کا تقریباً نصف ہوتا ہے۔



شکل ۷۸

اگر نقطہ ف پر (شکل ۷۸) صرف پہلے منطقہ ہی سے نور کی ثانوی موجیں آئینیگی تو ف بہت سنور ہوگا اور اگر پہلے دو منطقوں سے تو ف تاریک ہوگا اور اگر ف پر منطقہ کافی بڑی تعداد میں عمل کریں گے تو حاصل اثر صرف پہلے منطقہ کے اثر کا نصف ہوگا جیسا کہ ابھی بیان کیا گیا۔ ہم انکسار نور کے باب میں مکرر ان امور پر بحث کریں گے۔ واضح ہو کہ اگر پہلے منطقہ کو شکل ۷۸) متعدد حلقوں میں تقسیم کریں تو

یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اس منطقہ کی وجہ سے ف پر حال موج کی ہیئت ایک ایسی موج کی ہیئت ہوتی ہے جو نقطہ و سے فاصلہ $\tau + \frac{L}{2}$ طے کرتی ہے۔ لیکن موج و اور ف کے درمیان فی الواقع فاصلہ τ طے کرتی ہے۔ پس ہویکنز کا اصول فرینیل کے طریقہ عمل کے باوجود آنے والی موج کی ہیئت غلط بتاتا ہے اور اس امر کی بھی توجیہ نہیں کرتا کہ موج پیچھے کیوں نہیں جاتی۔ ڈرودڈے (Drude) نے اپنی کتاب (Optics) میں اس مسئلہ کو کسی قدر آسان شکل میں ثابت کیا ہے۔ شوقین طالب علم اس کا مطالعہ کر سکتے ہیں۔

منطقی تختی — شکل ۱۱ کے منطوقوں میں سے ن۔ ویں منطقہ

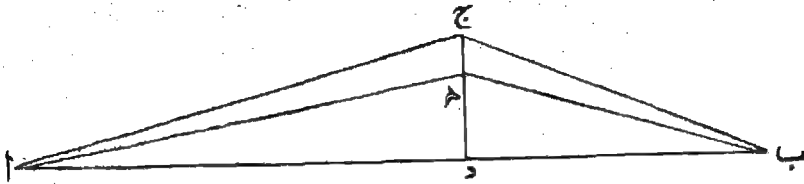
کا نصف قطر

$$r_n = \sqrt{\left(\tau + \frac{L}{2}\right)^2 - \tau^2} = \tau \sqrt{\frac{L}{\tau} + \frac{1}{4}}$$

اگر ہم ایک متوی پردے پر ایسے ہم مرکز دائروں کا سلسلہ کھینچیں جن کے نصف قطروں کی تغیریں مندرجہ بالا ضابطہ سے ہو اور یہ منطقہ متبادل شفاف و غیر شفاف ہوں تو پردے پر جب کبھی نور کی متوی موج عمود وار واقع ہوگی پردے کے محور پر فاصلہ τ پر جو موجیں واقع ہونگی ان کی بیٹیں باہم موافق ہونگی۔ پس ایسی منطقی تختی کے محوری فاصلہ τ پر تمام شفاف منطقوں سے آنے والے نور کی موجیں ایک دوسرے کی تائید کریں گی جس کی وجہ سے نقطہ ف بہت منور ہوگا۔ گویا کہ تختی ایک خاص ماسکی فاصلہ τ والے عدسہ کے مشابہ عمل کرے گی۔ ہم اس تختی سے متعلق چند ضابطے اخذ کریں گے۔

فرض کرو کہ ج د منطقی تختی ہے اور اب اس کا محور ہے۔
۱ اور ب اس محور پر تختی کے مقابل جانب اور اس سے کافی دور دو نقطے ہیں۔

ج اور ہ تختی کے دو متوازی شفاف منطوقوں کے متناظر نقطے



شکل ۹

فرض کرو چونکہ ج د بمقابل ا د اور دب بہت چھوٹا ہے۔ اس لیے

$$اج = اد = \frac{1}{2} \left(\frac{ج د^2}{د} + 1 \right) اد = \frac{1}{2} \left(\frac{ج د^2}{د} + 1 \right) اد = \frac{ج د^2}{2} + اد$$

$$اور اسی طرح ج ب = دب + \frac{ج د^2}{2}$$

$$پس ا ج + ج ب = اد + دب + \frac{ج د^2}{2} + \frac{ج د^2}{2} = اد + دب + ج د^2$$

$$اور ا ہ + ہ ب = اد + دب + \frac{ج د^2}{2} + \frac{ج د^2}{2} = اد + دب + ج د^2$$

∴ نور کے راستوں ا ج ب اور ا ہ ب میں تفاوت

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{د} + \frac{1}{د} \right) ج د^2 = ج د^2 - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{د} + \frac{1}{د} \right) ج د^2$$

جس میں ط تختی کا مستقل ہے یعنی اس کے نصف دوری منطقہ
اسی فاصلہ کے لحاظ سے تیار کیے گئے ہیں۔

$$(واضح ہو کہ ص ن = ط + \frac{ن ل}{2}) - ط = ط ن ل$$

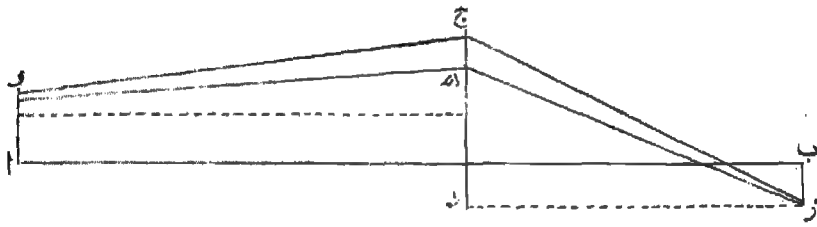
اگر $\frac{1}{د} + \frac{1}{د} = \frac{ن}{ط}$ تو تفاوت راہ ن ل ہے۔
اور نور کی موجیں کوئی سے دو متواتر شفات منطقوں سے ایک دوسرے
کی تائید کرتی ہیں۔ واضح ہو کہ ن کوئی ایک صحیح عدد ہو سکتا ہے۔

پس ۱ پر کوئی روشن جسم ہو تو ب پر اس کا خیال مشروط بر مساوات ذیل بن سکیگا۔

$$\frac{ن}{ط} = \frac{۱}{دب} + \frac{۱}{د۲}$$

چونکہ ن کوئی ایک صحیح عدد ہے اس لیے ب کے متعدد محل ہونگے
یعنی منطقی تفسیر عدسہ سے اس خاصیت میں مختلف ہے کہ عدسہ میں شمس کے
ایک محل کے ساتھ خیال کا بھی ایک ہی محل ہوتا ہے لیکن منطقی تفسیر میں خیال کے
متعدد محل ہوتے ہیں۔

فرض کرو شکل ۱ میں ایک چھوٹے جسم ۱ کی بلندی ما ہے اور
اس کے خیال ب ز کی بلندی ما ہے۔



شکل ۱۔

و سے ز کو جانے والی موجوں کے دورا سے وج + ج ز اور
دھ + ہ ز بتائے گئے ہیں۔

ان کا تفاوت = (وج + ج ز) - (وہ - ہ ز) ہے اور

$$وج^۲ = اد^۲ + (ج د - او)^۲ \text{ پس وج} = \frac{(ج د - او)^۲}{د ۲} + اد$$

$$\text{اور ج ز}^۲ = دب^۲ + (ج د + ب ز)^۲ \therefore ج ز = دب + \frac{(ج د + ب ز)^۲}{د دب}$$

$$\text{اس لیے وج + ج ز} = دب + اد + \frac{(ج د - او)^۲}{د ۲} + \frac{(ج د + ب ز)^۲}{د دب}$$

اسی طرح $وھ + ہز = اد + دب + \frac{(ہد - ا)²}{د²} + \frac{(ہد + ب)²}{د²}$

پس تفاوتِ راہ = $\frac{۱}{د²} \{ (ج - د - ا) - (ہد - ا) \} + \frac{۱}{د²} \{ (ج + د + ب) - (ہد + ب) \}$

$= \frac{۱}{۲} \left(\frac{۱}{د} + \frac{۱}{د} \right) \{ ج - د - ا - ہد + ا \} - \frac{۱}{د²} \{ ج + د + ب - ہد + ب \}$

$= \frac{۱}{۲} \left(\frac{۱}{د} + \frac{۱}{د} \right) (ج - د - ہد) - جھ \left(\frac{۱}{د} - \frac{۱}{د} \right) =$

اگر $\left(\frac{۱}{د} + \frac{۱}{د} \right) = \frac{ن}{ط} =$ یعنی پہلی رقم = ن لہ اور دوسری رقم = صفر ہو تو

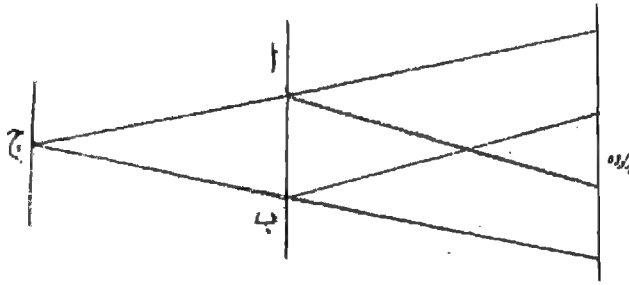
نقطہ ب نقطہ ا کا خیال ہوگا اور نقطہ ز نقطہ و کا خیال ہوگا۔

کیونکہ $\frac{\text{ما یعنی شخص کی بلندی}}{\text{شخص کا فاصلہ تختی سے}} = \frac{\text{ما یعنی خیال کی بلندی}}{\text{خیال کا فاصلہ تختی سے}}$

پس منطقی تختی چھوٹے طول کے اجسام کے خیال پیدا کرتی ہے اور خیال کے طول کو شخص کے طول کے ساتھ وہی نسبت ہوتی ہے جو عدسوں میں پائی جاتی ہے۔

دوسرا باب

نور کا تداخل — تھامس ینگ نے اُنیسویں صدی کے آغاز میں نور کے تداخل کا تجربہ شائع کیا۔ آواز کی موجوں کی طرح اگرچہ اس نے غلطی سے نور کی موجوں کو بھی طولی تصور کیا لیکن تداخل کی حد تک موجی نظریہ نئے ذریعہ اُس نے جو نتائج اخذ کیے صحیح ثابت ہوئے۔ اس نے نور کی ایک مسلسل جھری ج میں سے گزاری جو دو باریک سوراخوں ۱ اور ۲ میں سے ہو کر پھیل گئی۔ ان سوراخوں کے سامنے جب ایک پردہ رکھا گیا تو اس پر روشن اور تاریک بند نظر آئے (ملاحظہ ہو شکل ۱۱)۔



شکل ۱۱

اس تجربہ سے ظاہر ہوا کہ دو مبداءوں سے نکل کر نور کی روشنی پیدا کرتا ہے اور کہیں تاریکی۔ افسوس ہے کہ اس زمانہ کے سائنس دانوں نے ینگ کے استدلال غور نہیں کیا۔ اور چونکہ اُس وقت بھی باریک سوراخوں سے نکلنے والے نور کے انحساری مظاہر

لوگ کسی قدر واقفیت رکھتے تھے اس لیے یہ رائے قائم کر لی گئی کہ یہ بھی انکسار نور کا ایک معمولی منظر ہے۔ فرینیل نے بینک کے تجربہ کار کئی طریقوں سے دہرایا اور غالین کے اعتراضوں کو دفع کرنے کے لیے باریک سوراخوں کو بطور مبدا ئے نور استعمال کرنے کے عوض جھری کے دو مناظری خیالوں کو مبدا بنا کر نور کا تداخل ثابت کیا ہم فرینیل کے تجربے آگے چل کر بیان کریں گے۔ یہاں یہ بتانا چاہتے ہیں کہ نور کو اتھیرا (فضا) میں موجی حرکت ماننے سے دو مبداؤں کا ذکر کس طرح تداخل پیدا کرتا ہے۔

اگر ما سے مراد مقام لا پر کا نقل مکان ہے جو عرضی موجی حرکت سے وقوع میں آتا ہے تو

$$ما = ا جب \frac{\pi^2}{ت} (و - \frac{ل}{س}) = ا جب \frac{\pi^2}{ت} (\frac{و}{ت} - \frac{ل}{س})$$

جس میں اموجی حرکت کا حیض ارتعاش اور ت اس کا وقت دوران ہے،
و کسی مقررہ آن سے ناپا ہوا وقت ہے، س موجوں کی رفتار اور لہ آن کا
طول موج ہے۔

اس موجی حرکت میں وقت و اور محل لا کے لیے رفتار کا ضابطہ

$$\frac{فر}{و} = ا \frac{\pi^2}{ت} جم \frac{\pi^2}{ت} (و - \frac{ل}{س}) = ا \frac{\pi^2}{ت} جم \frac{\pi^2}{ت} (\frac{و}{ت} - \frac{ل}{س})$$

پس توانائی حیض ارتعاش ا کے مربع کے تناسب ہوگی۔

اب ہم فرض کرتے ہیں کہ دو سادہ موسیقی موجیں ایک ہی حیض ارتعاش
اور وقت دوران کی ایک مقام پر سے ایک خط مستقیم اور ایک ہی سمت میں
گزرتی ہیں صرف ان کی ہیئتوں میں فرق ہے۔ چونکہ ہر ایک موج آزادانہ اپنا
پورا اثر ظاہر کریگی اس لیے نقل مکان ان دونوں موجوں کے نقول مکان کا
حاصل ہوگا۔

$$یعنی ما = ا جب \frac{\pi^2}{ت} (\frac{و}{ت} - \frac{ل}{س}) + ا جب \frac{\pi^2}{ت} (\frac{و}{ت} - \frac{ل}{س})$$

واضح ہو کہ $\frac{\pi^2}{ت}$ ان موجوں کی ہیئتوں کا تفاوت ہے جو مستقل مانا جاتا ہے۔

یعنی ایک موج دوسری موج سے ہمیشہ پورا فاصلہ $\frac{1}{2}\lambda$ آگے بڑھی ہوئی ہوتی ہے۔
 موجوں کے آزادانہ عمل کا استدلال نور کی موجوں پر بھی عائد کیا جاسکتا ہے۔ اس لیے
 کہ جیسا کہ ہوائی بلنڈ نے بتایا ایک ہی سوراخ سے مختلف اشخاص مختلف اشیاء کو
 وقت واحد میں دیکھتے ہیں تو اشیاء کی وضع و قطع وغیرہ میں کوئی فرق دکھائی نہیں دیتا۔
 مندرجہ بالا مساوات میں جملہ کی رقموں کو جمع کرنے سے حاصل نقل مکان

$$m = \frac{1}{2}\lambda \text{ جم } \frac{\pi}{\lambda} \text{ جب } \left(\frac{\pi}{\lambda} - \frac{\pi}{\lambda} \right) \left(\frac{\pi}{\lambda} + \frac{\pi}{\lambda} \right)$$

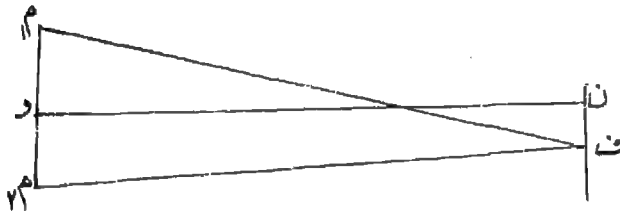
جو ایک ایسی موج کی مساوات ہے جس کا وقت دوران اور طول موج ترکیب
 کھانے والی موجوں کا وقت دوران اور طول موج ہے لیکن حیلہ ارتعاش
 $\frac{1}{2}\lambda$ جم $\frac{\pi}{\lambda}$ ہے جس کی قیمت علی التواتر ۱ سے گنتے ہوئے صفر اور
 -۱ ہو جاتی ہے اور پھر بڑھتے ہوئے صفر ہو کر ۱۲ ہو جاتی ہے۔ پس
 اس موج کی مدت ۱۲ سے لے کر صفر تک بدلتی رہتی ہے۔ جس سے صاف
 ظاہر ہوتا ہے کہ نور کی ایسی دو موجوں کے ملنے سے کہیں زیادہ نور اور کہیں تاریکی
 پیدا ہوتی ہے۔

جب $\frac{\pi}{\lambda} = n$ یعنی $\frac{1}{2}\lambda = n$ تو ایک موج کے اموج
 (یا حسیض) دوسری موج کے اموجوں (یا حسیضوں) سے منطبق ہوتے ہیں اور
 اس لیے وہاں نور کی مدت اعظم ہوتی ہے اور جب $\frac{\pi}{\lambda} = \left(n + \frac{1}{2} \right)$
 یعنی $\frac{1}{2}\lambda = \left(n + \frac{1}{2} \right)$ تو ایک موج کے اموج دوسری موج کے حسیضوں
 کے ساتھ منطبق ہوتے ہیں اور اس لیے وہاں نور کی مدت اقل یعنی صفر
 ہو جاتی ہے۔

اگر کسی کم تعدد ارتعاش کے دو شاخے کے سرورں پر مناسب سوئیاں
 باندھ کر اس کو مرتعش کریں اور پارے سے بھری ہوئی ایک رکابی کے قریب
 اس کو تھامے رکھیں اس طرح پر کر سوئیاں پارے کی سطح کو خفیف سا چھوتی رہیں تو
 ارتعاش کی وجہ سے پارے کی سطح پر لہریں پیدا ہونگی اور اگر ذرا توجہ سے
 دیکھا جائے تو پارے کی سطح خاص خاص مقاموں پر شدت کے ساتھ متحرک

نظر آئیگی اور بعض دوسرے مقامات پر بالکل ساکن۔ اول الذکر مقامات پر دونوں سوئیوں کی حرکت سے پیدا ہونے والی موجیں ایک دوسرے کی تائید کریںگی اور ثانی الذکر مقاموں پر ایک دوسرے کو تلف کریںگی۔ اس طرح مائع کی سطح پر ہم ہلکی قطع زائد بنیں گے جن کے ماسکے سوئیوں کے تماس کے نقطے ہوں گے۔

فرض کرو شکل ۱۲ میں M اور M' دو متوازی ہم ہیئت سادہ موسیقی حرکتوں کے نقطئی مبدا ہیں جن کے محیط ارتعاش اور وقت دوران بھی مساوی ہیں۔ F ایک نقطہ ہے جو M اور M' کو ملانے والے خط سے دور ہر سٹ کر لیکن اسی مستوی میں واقع ہے۔ ہمیں یہ معلوم کرنا مقصود ہے کہ F پر ان موجوں کا حاصل اثر کیا ہوگا۔



شکل ۱۲

خط MM' کی نقطہ O پر تنصیف کرو اور ON خط MM' کے علی القوائم کھینچو۔ نقطہ F سے خط FN اس کے علی القوائم کھینچو۔ اگر ON MM' کو P سے اور ON کو L سے تعبیر کریں اور فاصلہ FN کو λ مانیں تو

$$MF = \sqrt{(\lambda + L)^2 + ON^2} \text{ اور } M'F = \sqrt{L^2 + (\lambda - L)^2}$$

$$\text{لہذا } MF - M'F = \sqrt{(\lambda + L)^2 + ON^2} - \sqrt{L^2 + (\lambda - L)^2} = \lambda$$

$$\text{اور } MF - M'F = \lambda = \frac{\lambda^2}{MF + M'F}$$

اگر فاصلہ $ل$ کے مقابلہ میں $ط$ اور $لا$ چھوٹے ہوں تو $م_۱ ف + م_۲ ف$ کے عوض ہم $۲ ل$ لکھ سکتے ہیں۔ اور اس لیے

$$م_۱ ف - م_۲ ف = \frac{۲ ط لا}{ل}$$

اگر $م_۱ ف - م_۲ ف$ طول موج کا صحیح عددی ضعف ہے یعنی $ن ل$ ہے (جس میں $ن$ ایک صحیح عدد اور $ل$ طول موج ہے) تو $\frac{۲ ط لا}{ل} = ن ل$ اور $لا = \frac{ن ل ل}{۲ ط}$ اور دونوں موجیں ایک دوسری کی تائید کرتی ہیں اور اس لیے نقطہ $ف$ پر وحدت اعظم ہے۔ اگر $م_۱ ف - م_۲ ف$ نصف طول موج کا طاق عددی ضعف ہے یعنی

$$(ن + \frac{1}{۲}) ل = \frac{۲ ط لا}{ل}$$

$$اور اس لیے لا = \frac{(ن + \frac{1}{۲}) ل ل}{۲ ط}$$

یہاں موجیں ایک دوسری کو تلف کرتی ہیں اور اس لیے نقطہ $ف$ پر وحدت صفر ہوگی یعنی وہ تاریک ہوگا۔ واضح ہو کہ $ف$ مستوی $م_۱ م_۲ ن$ میں صرف ایک نقطہ مانا گیا تھا۔ اگر

اس مستوی کے علی القوائم $ف ن$ میں سے ایک پردہ قائم کیا جائے اور $ف$ اس پردہ میں $ف ن$ کے علی القوائم ایک چھوٹا خط مستقیم کھینچا جائے تو یہ معلوم کرنے کے لیے کہ $ف ن$ پر نور کی موجوں کا کیا عمل ہوگا ہم $ف ن = ما$ فرض کرتے ہیں اور دیکھتے ہیں کہ

$$م_۱ ق^۱ = ل^۱ + (ط + لا)^۱ + ما^۱$$

$$اسی طرح م_۲ ق^۱ = ل^۱ + (ط - لا)^۱ + ما^۱$$

$$اور م_۱ ق^۱ - م_۲ ق^۱ = (ط + لا)^۱ - (ط - لا)^۱ = م_۱ ف^۱ - م_۲ ف^۱$$

$$پس م_۱ ق - م_۲ ق = \frac{(م_۱ ف - م_۲ ف)(م_۱ ق + م_۲ ق)}{(م_۱ ق + م_۲ ق)}$$

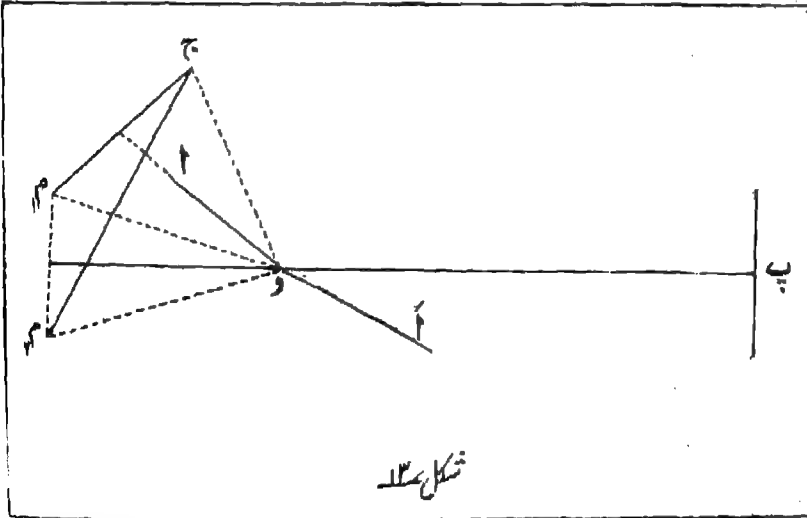
اگر ف ق کافی چھوٹا ہو تو (م ف + م ف) کو (م ق + م ق) کے مساوی تصور کر سکتے ہیں

اور $م ق - م ق = (م ف - م ف)$ تقریباً
پس اگر ف ایک اعظم حدت کا مقام ہے تو ق بھی اعظم حدت کا مقام ہوگا۔
اور اگر م، م، مستوی م، م ن کے علی التوابع دو چھوٹی متوالی جھریاں ہیں جن میں
سے ایک ہی جیلہ ارتعاش اور وقت دوران کی موجیں ایک ہی ہیئت اور ایک ہی
سمت میں نکلتی ہیں تو پردہ پر ان کے متوازی کافی روشن اور تاریک لکیریں نظر آئیں گی جو
تداخلی بندوں کے نام سے موسوم ہیں۔ واضح ہے کہ دو متصل روشن یا تاریک بندوں کا
درمیانی فاصلہ $\frac{ل}{۲}$ ہوگا۔

یہ تجربہ نہ صرف نور کا تداخل ثابت کرتا ہے بلکہ اس سے نور کے طول موج
کی پیمائش بھی ہو سکتی ہے۔ م، م، مبداءوں سے نکلنے والی موجوں کی ہیئت ایک ہی
ہونے یا ان کے مابین مستقل تفاوت ہیئت ہونے کے لیے ضروری ہے کہ وہ خود
بھی ایک ہی مبداء سے نکلیں۔ چنانچہ ینگ والے تجربہ میں اس کا انتظام
موجود ہے۔

مندرجہ بالا بیان میں ہم نے م ف کو م ف کے تقریباً مساوی اور
اس طرح م ق کو م ق کے تقریباً مساوی مانا ہے۔ یہ صرف اس حد تک
درست ہے جب تک کہ لا اور ما کا مربع ناقابل لحاظ ہے۔ اگر یہ شرط پوری نہ ہو
تو بھی ظاہر ہے کہ نقطہ ف یا ق پر منور اعظم یا اقل ہونے کے لیے صرف اس امر کی
ضرورت ہے کہ م ف - م ف - م ف مستقل ہو۔ جو سطحیں اس شرط کو پورا کرتی ہیں
م، اور م، ماسکوں والی دو چادریں مجسم زائد نمائی سطحیں ہیں۔ پردہ سے ان مجسم
شکلوں کا جب تقاطع ہوتا ہے تو تقاطع کے انحنیوں کی شکل قطع زائد کی ہوتی ہے نہ کہ
خط مستقیم کی۔ لیکن م، اور م، میں جب فاصلہ چھوٹا ہوتا ہے اور صرف پردہ کے
مرکز کے قریب والے بندوں پر غور کیا جاتا ہے تو ان شکلوں کا انحنایت ہی قلیل ہوتا
ہے اور وہ خطوط مستقیم تصور کیے جاسکتے ہیں۔

فرینیل (Fresnel) کے آئینے - ینگ کے تجربہ میں چونکہ تداخل دوبار ایک سورسوں یا جھریوں سے آنے والی موجوں سے پیدا ہوتا ہے، مقتصر نہیں نے اعتراض کیا کہ یہ انکسار نور کی مثال ہے تداخل کی نہیں۔ انکسار نور کی توجہ بھی دراصل تداخل نور ہی کے ذریعہ ہوتی ہے لیکن اُس وقت لوگ اس کو ایک علیحدہ ہی کیفیت سمجھتے تھے۔ بہر حال اس اعتراض کو دفع کرنے کے لیے فرینیل نے جھریوں سے براہ راست آنے والی موجوں میں تداخل پیدا کرنے کے عوض ایک ہی مبداء کے دو خیالوں کو ایک دوسرے کے قریب ترتیب دے کر ان کی موجوں میں تداخل پیدا کیا۔ ایک تجربہ میں دو ستری آئینے ۱ و ۲ استعمال کیے گئے جو باہم دیگر تقریباً ۸۰ پر مائل تھے (دیکھو شکل ۱۱)۔ ان پر نور جھری ج سے نکل کر منعکس ہوا۔ اور اس سے م، م مجازی خیال پیدا ہوئے۔ گویا نور کی موجیں ان ہی سے نکل کر پ وہ پ پر پہنچیں اور وہاں تداخل روشن اور تاریک بندوں کی شکل میں ظاہر ہوا۔



جھری ج کے مجازی خیالوں (م اور م) کے مقام معلوم کرنے کے لیے آئینوں ۱ اور ۲ کو علی الترتیب ع اور ع تک آگے بڑھاؤ اور ان پر ج ع اور ج ع عمود گراؤ۔ پھر ج ع کو م تک اتنا آگے بڑھاؤ کہ ع م = ج ع اور اسی طرح

ج ع کو اتنا آگے بڑھاؤ کہ $ع = ۲۴ = ج - ع$ ۔ تب ۱۱ اور ۲۴ جھری کے مجازی خیال ہونگے۔ ہندسی عمل سے واضح ہے کہ وج ۱۱ اور ۲۴ باہم دیگر مساوی ہیں۔ پس د کو مرکز مان کر وج نصف قطر کی جرقوس کی بنی جائیگی ۱۱ اور ۲۴ اس پر واقع ہونگے۔ زاویہ ۱۱ و ۲۴ کی خط وپ سے تنصیف کرد۔

اب نصف قطر وج کو ص سے تعبیر کرد اور فاصلہ وپ کو ل سے۔ اگر آئینوں کا درمیانی زاویہ حاوہ سے مانا جائے تو زاویہ ۱۱ ج ۲۴ بھی مساوی ہونگے۔ چونکہ ۱۱ ج ۲۴ اور ۱۱ و ۲۴ ایک ہی قاعدہ پر واقع ہیں مگر علی الترتیب دائرہ کے محیط اور مرکز پر کے زاویے ہیں اس لیے ۱۱ و ۲۴ = ۲۴ اور قوس ۱۱ = ۲۴ ص سے۔ چونکہ زاویہ بہت چھوٹا ہے اس لیے وتر ۱۱ م بھی ۲۴ ص سے کے مساوی ہے۔ پس خیالوں کا درمیانی فاصلہ (جس کو ہم نے ینگ والے تجربہ میں ۲ ط سے تعبیر کیا تھا) = ۲ ص سے اور پردہ سے ان کا فاصلہ (جو پہلے تجربہ میں ل سے تعبیر ہوا تھا) اب ص + ل ہوگا۔ لہذا

$$\text{دو متصل روشن بندوں کا فاصلہ لا} = \frac{(ص + ل) ل}{۲ ص سے} \text{ اور لہ} = \frac{۲ ص سے لا}{ص + ل}$$

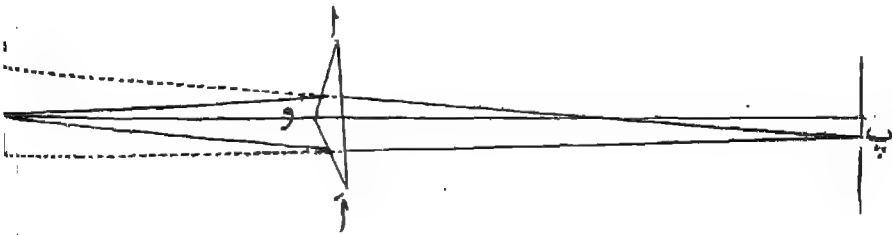
اگر محدب عدسہ استعمال کر کے جھری کو اس کے ماسک پر ترتیب دیں تو شعاعیں متوازی ہونگی اور ص اور ص + ل دونوں نامتناہی بڑے ہو جائیں گے۔ اس لیے ان کی نسبت اکائی ہوگی۔ اور تب لہ = ۲ سے لا

فرینیل کا دوسلا منشور۔ اس تجربہ میں فرینیل نے انعطاف نور

کے ذریعہ ایک مبداء کے دو مجازی خیال ایک دوسرے کے قریب پیدا کیے اور جن موجوں سے ان کی تکوین عمل میں آئی ہے اُن کے تداخل کا انتظام کیا۔ جھری ج کے سامنے ایک بڑے زاویہ منفرجہ والے مساوی الساقین منشور ۱ و ۲ کو اس طرح ترتیب دیا کہ منشور کا انعطافی کنارہ جھری کے متوازی تھا (دیکھو شکل ۱۳)۔ یہ منشور دو مساوی مشترک قاعدہ کے منشوروں کا مرکب سمجھا جاسکتا ہے جن کے انعطافی زاویے ۱ و ۲ قاعدہ کے باہم دیگر مقابل جانبوں پر متشاکلاً واقع ہیں۔

واضح ہے کہ یہ زاویے عاۓ ہو گئے اور اس لیے جھری کے مجازی خیال M' M جھری سے بالکل قریب اور اس کے باہد گبر مقابل جانبوں پر متشاکلاً واقع ہو گئے۔ ہم ان کو جھری کے انتصابی مستوی میں تصور کر سکتے ہیں۔ منشور کے سامنے پردہ پ پر نور کے تداخل کا مشاہدہ ہو سکتا ہے۔ عام طور پر جو طریقہ اختیار کیا جاتا ہے اس میں مناظری تختہ سے کام لیا جاتا ہے۔ انتصابی جھری ایک کوئی نور مستلاً سوڈیئم کے چراغ یا خلائی نلی کے کسی طبعی خط سے منور کی جاتی ہے۔ دو سیلے منشور کو مناسب ٹیکن پر اس کے سامنے انتصابی کٹڑا کر کے مناسب پیچوں کے ذریعہ اس کو اس مستوی میں گھماتے ہیں یہاں تک کہ منشور کا انعطافی کنارہ جھری کے عین متوازی ہو جاتا ہے۔ تداخل نور سے اس طرح جو روشن اور تاریک بند تیار ہوتے ہیں ان کا ایک حرکت پذیر خردین کے ماسکی مستوی میں مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ واضح ہے کہ جھری، منشور کا انعطافی کنارہ اور خردین کے چلیپی تاروں کا نقطہ تقاطع ایک ہی خط تقیم میں مناظری تختہ کے محور کے متوازی ہونا ضروری ہے۔

خردین اس محور کے علی القوام مناسب پیچ کے ذریعہ متوازی الافق حرکت کرتی ہے اور پیچ کو حسب ضرورت گھما کر کسی ایک منور بند کے وسطی حصہ کو چلیپی تاروں کے نقطہ تقاطع سے منطبق کرتے ہیں۔



شکل ۱۲

ان تداخلی بندوں کو بغور ملاحظہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ ان میں بعض بند

ترتیب وار بعض دوسرے بندوں سے زیادہ روشن ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ منشور کے دونوں پہلو دو مستطیل میدانوں کی طرح عمل کر کے انکسار و زریعہ پیدا کرتے ہیں۔ ہمیں چونکہ یہاں محض داخلی بندوں سے کام ہے اس لیے اس انکسار نور کے اثر کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے۔

اگر متصل کے دو منشور بندوں کا درمیانی فاصلہ لا ہو اور م، م، فاصلہ ۲ ط اور ان کے وسطی مقام کا فاصلہ خرد بین کے ماسکی مستوی سے ل ہو تو سابقہ تجربوں کی طرح طول موج ل = $\frac{2\pi}{\lambda}$ عملی طور پر ل کی پیمائش جبری اور خرد بین کے ماسکی مستوی کے درمیانی فاصلہ کو براہ راست میٹری پیمانہ کے ذریعہ ناپ لینے سے ہو جاتی ہے۔ ل کی تعین کا بہترین طریقہ غالباً یہ ہو سکتا ہے کہ کوئی دس باہم دیگر متصل روشن بندوں کے نشان پڑھ لیے جائیں اور اس کے بعد چھٹے بند کے نشان میں سے پہلے بند کا نشان تفریق کیا جائے، ساتویں بند کے نشان میں سے دوسرے بند کا نشان تفریق کیا جائے اور اس طرح بالآخر دسویں بند کے نشان میں سے پانچویں بند کا نشان تفریق کیا جائے۔ اور پھر ان سب کے اوسط کو پانچ پر تقسیم کر لیا جائے۔ ل کی یہاں صحیح ترین قیمت ہوگی۔

۴، ۴، خیالوں کے درمیانی فاصلہ ۲ ط کی تعین کے دو طریقے ہیں۔ ایک یہ کہ دو سیلے منشور اور خرد بین کے مابین کافی بڑا فاصلہ رکھ کر ان کے درمیان ایک مناسب ماسکی ٹول کا محذب عدسہ منشور کے قریب ایسے مقام پر ترتیب دیا جاتا ہے کہ خرد بین میں ۴، ۴، کا ہنایت واضح خیال نظر آتا ہے۔ خرد بین سے اس وضع میں ان خیالوں کا درمیانی فاصلہ فم ناپ لیا جاتا ہے۔ اور پھر عدسہ کو خرد بین کے قریب لے جا کر ایک، دوسرے مقام پر ترتیب دیتے ہیں جہاں ۴، ۴، کا خیال کر واضح نظر آتا ہے۔ خرد بین کے ذریعہ اس دوسری وضع میں خیالوں کے درمیانی فاصلہ کی دوبارہ پیمائش کی جاتی ہے۔ اگر اس کو فم قرار دیں تو ۴، ۴، کا حقیقی طول = $\frac{F_m}{2}$ دوسرے طریقہ میں طبعی پیمانہ کے ذریعہ دو سیلے منشور کے حادہ زاویے ۲ اور ۲ مابین لے جاتے ہیں۔ اگر ان کو ع سے تعبیر کیا جائے تو چونکہ انحراف بہت قلیل

ہوگا اس لیے منشور کے انعطاف نماہر کے ضابطے

$$\text{مر} = \frac{\text{جب } \frac{(1+C)}{2}}{\text{جب } \frac{1}{2}} \text{ میں جس میں } C \text{ زاویہ اقل انحراف}$$

ہے ہم بجائے جیب زاویہ خود زاویہ ہی کی قیمت درج کر سکتے ہیں۔ پس

$$\text{مر} = \frac{1+C}{1} = 1 + \frac{C}{1}$$

اور اس لیے $C = 1 - (1 - \text{مر})$

پس زاویہ ۴۴° ۲۲° $(1 - \text{مر})$ اور ۴۴° ۲۲° کا طول ۱۲° $(1 - \text{مر})$ ص
جس میں ص منشور سے بھری کا فاصلہ ہے۔

یعنی $۲۲^{\circ} = ۱۲^{\circ} (1 - \text{مر})$ ص

ظاہر ہے کہ اس طریقہ میں یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ منشور کا انعطاف نما پہلے ہی سے معلوم ہے۔

تداخل نور کے تجربے صرف اسی وقت کامیاب ہوتے ہیں جبکہ مبداء جن نور کی موجیں نکلتی ہیں خود ایک ہی مبداء سے پیدا ہوتے ہیں۔ یہ ایک امر واقعی ہے کہ دو بالکل مختلف مبداءوں کی موجوں سے تسبیعی تداخل عمل میں نہیں آتا ہے اس کی دو طریقوں سے توجیہ کی جاتی ہے۔

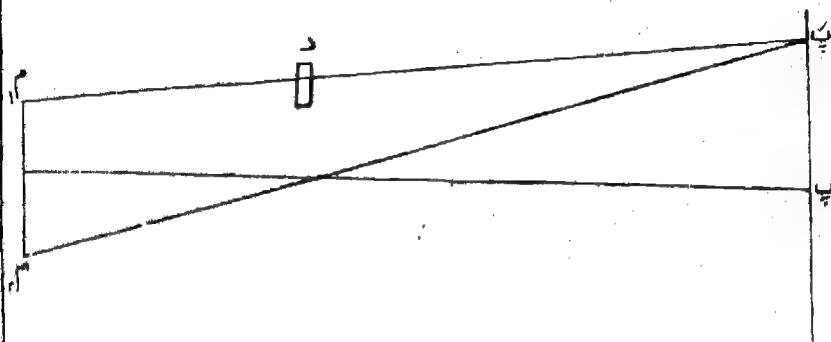
پرانے طریقہ کی رو سے یہ فرض کیا جاتا ہے کہ ہر مبداءے نور کے ارتعاش کی ہیئت ایک ثنائیہ میں آپ سے آپ کئی مرتبہ تبدیل ہو جاتی ہے۔ جن سالمات کے ارتعاش سے نور پیدا ہوتا ہے ممکن ہے کہ وہ آپس میں ٹکرا کر اچانک اپنی ہیئت ارتعاش بدل دیتے ہوں۔ دو مبداءوں کی اضافی ہیئت جب بدل جاتی ہے تو پھر وہ پر تداخل کے بند بھی اپنا مقام تبدیل کر دیتے ہیں۔ اگر عین ایک ثنائیہ میں باز وقوع میں آئے تو تداخل کے بند بھی جلد جلد مقام بدلتے جائینگے جس کی وجہ سے ان کا مشاہدہ ناممکن ہوگا۔ اگر دونوں مبداء ایک ہی مبداء سے مشتق ہوں تو تبدیلی ہیئت کا اثر دونوں مبداءوں میں یکساں ہوگا اور اس لیے

تداخل نور سے مستقل بند پیدا ہونگے۔ شوسٹر (Schuster) کا اس پر یہ اعتراض ہے کہ نور کی کسی بھی موج کو جب اس کے بارہا تک اجزاء میں تحلیل کرتے ہیں تو یہ اجزاء کبھی اپنی ہیئت اچانک نہیں بدلتے۔ اس لیے اس نے یہ توجیہ کی کہ خالص ایک لونی نور کا استعمال ناممکن ہے۔ دو بالکل جداگانہ مبداء کے نوروں کی یہ کیفیت ہوتی ہے کہ کسی ایک طول موج کے نور کے ساتھ اس کے متصل کے طول موج والے جو دوسرے نور ہوتے ہیں ان کی اضافی ہیئتیں کبھی ایک نہیں ہوتی ہیں۔ اس لیے ان متصل طول موج والی موجوں کے تداخل سے جو بند بنتے ہیں ان کے وسطی حصے پردہ کے مختلف مقاموں پر واقع ہوتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ مختلف نظاموں کے بند ایک دوسرے کے ساتھ منطبق ہو کر اپنی وضاحت کھودیتے ہیں۔ پرانی توجیہ کو نئی توجیہ پر اس لیے سبقت حاصل ہے کہ اس میں نور کی موجوں کی حامل مجموعی شکل ہی سے بحث کی جاتی ہے نہ کہ اس کے خواہاں (Fourier) والے اجزائے ترکیبی سے۔ معہذا ان اجزائے ترکیبی کا وجود کس حد تک حقیقی ہے اس کا اندازہ کرنا مشکل ہے۔

تداخل نور کے ذریعہ پتلی شفاف پرت کی موٹائی کی تعیین

دو نیلے منشور کے تجربہ میں اگر ایک خیال سے آنے والی موجوں کے راستہ میں معلوم انعطاف نما کی ایک پتلی متوازی اسطوح شفاف پرت استادہ کر دی جائے تو چونکہ پرت میں رفتار نور کمتر ہوگی اس لیے مرکزی روشن بند اب کسی دوسرے مقام پر نظر آئیگا۔ فرض کرو کہ انعطاف نما ص ہے اور مرکزی روشن بند پہلے تجربے کے ن۔ دیں بند کی جگہ نظر آتا ہے۔ م، م، خیال ہیں جن کی موجوں کے تداخل سے پردہ پ پر روشن اور تاریک بند پیدا ہوتے ہیں دیکھو شکل ۱۵۔ پرت م سے آنے والی موجوں کے راستہ میں رکھی گئی ہے۔ اور مقام پ پر پرت کی عدم موجودگی میں ن۔ والے روشن بند مشاہدہ ہوا تھا۔ اب پرت کی موجودگی میں پ پر مرکزی روشن بند دکھائی دیتا ہے۔

پس مہ پ - م پ = ن لہ جہاں لہ ہوا میں نور کا طول موج ہے۔



شکل ۱۵

شفاف پرت کے حائل ہونے کی وجہ سے اب $m_1 p_1 - m_2 p_2 = 0$ اس لیے کہ
 پرت میں نور کی رفتار سب سے پہلے کی وجہ سے دونوں مناظری راستے مساوی ہو گئے۔
 اگر پرت کی موٹائی d فرض کی جائے تو اس کے اندر نور کا راستہ
 ہوا کے مزد راستے کے مساوی ہوتا ہے۔ اس لیے m_1 مبداء سے نکل کر
 پتہ تک جانے والی موجوں کے راستے میں اضافہ بقدر $d - d_1$ (م-۱) د
 ہوتا ہے۔

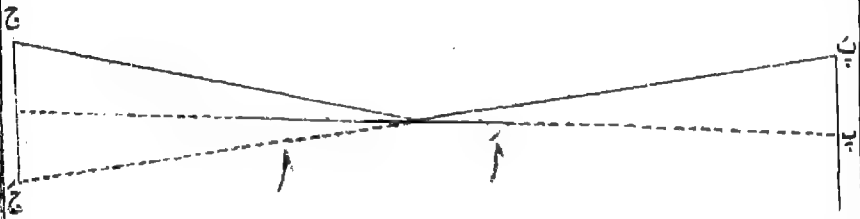
پس (مر-ا) د = ن لہ

اور لہ اگر پہلے سے معلوم ہوں تو دکی تعیین ہر جاتی ہے۔

لائبڈ (Lloyd) کے مجرد آئینہ کا طریقہ۔

یہ فریڈیل کے تجربوں سے سادہ اور آسان تر ہے۔ دیکھو شکل ۱۶۔
 آئینہ ۱۱ انتصافاً استادہ کیا جاتا ہے۔ جھری ج سے اس پر نور کی شعاعیں
 قاعدے سے ذرا ہی چھوٹا زاویہ وقوع بناتے ہوئے منعکس ہوتی ہیں اور ج سے
 ایک مجازی خیال بنتا ہے۔ ج سے راست اور منعکس ہو کر آنے والی
 (گویا ج اور ج سے آنے والی) موجوں میں تداخل ہوتا ہے اور اس سے

جو بند پیدا ہوتے ہیں مقام پ پر چپٹہ کے ذریعہ ان کا مشاہدہ ہو سکتا ہے۔ معمولی شیشہ کی پرت کے سامنے کی سطح کو مقفوض کر کے یا اس کے پیچھے کی سطح کو کجلا کر بطور آئینہ استعمال کر سکتے ہیں تاکہ دوسری سطح سے انعکاس ہو کر دوسرا خیال پیدا ہو نہ پائے۔ ظاہر ہے کہ اس تجربہ میں عام طور پر تداخلی بندوں کی صرف آدمی تعداد دکھائی دیگی اس لیے کہ منکس شعاعیں آئینہ کی سطح کے پیچھے نہیں جاسکتی ہیں۔ اگر جملہ تداخلی بندوں کا مشاہدہ مقصود ہو تو راست پنل ج پ کے راستہ میں ایک تیلی خفافت پرت حاصل کی جاسکتی ہے۔ تب تداخلی بندوں کا مرکز آئینہ کے سامنے ہسٹ کر آئیگا اور جملہ بند نظر آ سکیں گے۔



شکل ۱۶

لائسڈ نے یہ تجربہ سلسلہ ۱۴ میں شائع کیا۔ اور بتایا کہ عام صورت میں جبکہ بھری سے راست آنے والی موجوں کے راستہ میں کوئی پرت حاصل نہیں ہوتی ہے تداخلی بندوں کا مرکز آئینہ کے مستوی میں واقع نہیں ہوتا ہے بلکہ دو متصل بندوں کے نصف فاصلہ کے برابر آگے کو ہٹا ہوا ہوتا ہے۔ پس منکس پنل کی ہیئت انعکاس کی وجہ سے بقدر π بڑھ جاتی ہے۔

لائسڈ کے آئینہ اور فرینیل کے آئینوں یا دو پیلے منشور کے تجربوں میں ایک اہم فرق یہ ہے کہ فرینیل کے تجربوں میں تداخل نور کی غرض سے بھری کے جو دو خیال بطور مبدا استعمال کیے جاتے ہیں وہ باہم دیگر مشابہ ہوتے ہیں یعنی ایک خیال کی سیدھی جانب دوسرے خیال کی سیدھی جانب کی متناظر ہے اور اسی طرح ایک خیال کی بائیں جانب دوسرے خیال کی بائیں جانب کی متناظر۔ لیکن لائسڈ کے تجربہ میں چونکہ ایک مبدا منحصر ہے اور دوسرا اس کا خیال

اس لیے ایک کی سیدھی جانب دوسرے کی بائیں جانب کی متناظر ہے اور اس وجہ سے لائینڈ کا یہ تجربہ بے رنگ بندوں کی تیاری کے لیے استعمال ہو سکتا ہے۔

چونکہ دو متصل بندوں کا درمیانی فاصلہ $\lambda = \frac{\lambda}{2}$ ہے جس میں λ مبداء کے پرودہ سے فاصلہ ہے اور 2λ دونوں مبداءوں کے مابین فاصلہ۔

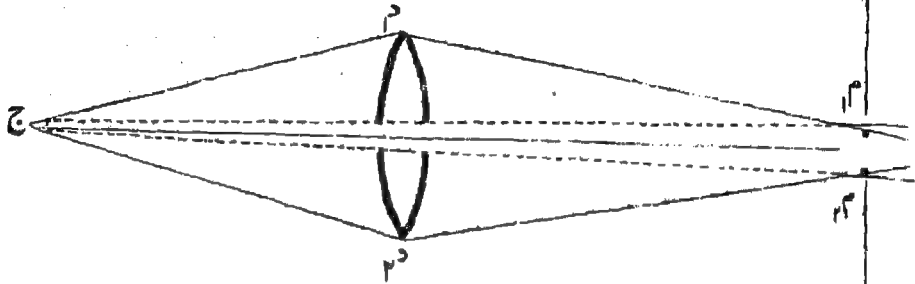
اس لیے لا نور کے طول موج λ کے متناسب ہے۔ اگر سفید نور استعمال ہو تو ہر رنگ کا طول موج اپنا متعلقہ داخلی نظام تیار کرتا ہے۔ ان تمام نظاموں کا مرکزی بند سفید ہے لیکن باقی تمام بند مختلف مقاموں پر تیار ہوتے ہیں اور اس لیے ایک دوسرے کو مدغم کر دیتے ہیں۔ جس کی وجہ سے ایک مرکزی سفید بند کے گرد چھوٹے طول موج کے رنگوں سے شروع ہوتے ہیں چند بند ہوتے ہیں اور پھر ان کے بعد عام تنویر ہوتی ہے۔ لیکن اگر کسی طریقہ سے 2λ کو مختلف رنگوں کے لیے مختلف اور اس کے متناسب بنائیں تو مختلف رنگوں کے تداخلی نظام ٹھیک ایک دوسرے پر منطبق ہونگے اور بند بے رنگ۔

اس غرض کو حاصل کرنے کے لیے انکساری جالی کے ذریعہ جھری ج پر ایک تنگ جھری کا طیف بنانا چاہیے۔ چونکہ انکساری جالی کے طیف میں مختلف رنگوں کا انحراف تقریباً اس کے طول موج کے متناسب ہوتا ہے۔ اس لیے اگر جھری ج پر طیف آئینہ ۱۱ کے علی القوائم اس طرح ترتیب دیا جائے کہ بنفسی رنگ آئینہ کے مستوی کے قریب ترین ہو تو خیال میں بھی بنفسی رنگ آئینہ کے قریب ترین ہوگا اور طیف اور اس کے خیال کے درمیانی فاصلہ کو احتیاط کے ساتھ گھٹانے بڑھانے سے طول λ کو نور کے طول موج λ کے متناسب بنا سکتے ہیں۔

دوخیالوں کے ذریعہ تداخل نور کے دیگر تجربے۔ جھری کے

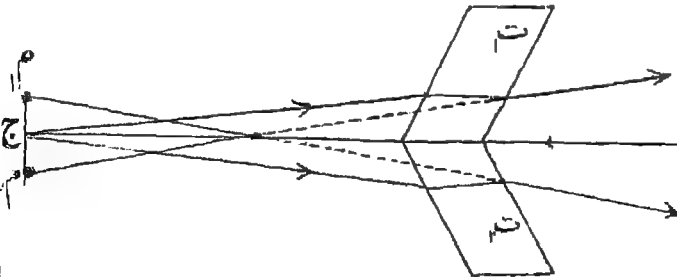
قریب متشاکلاً دو خیال پیدا کر کے ان سے آنے والی موجوں کا تداخل اور طریقوں سے بھی بہ آسانی کیا جاسکتا ہے۔ چنانچہ بلیٹ (Billet) نے محدب عدسہ کو اس کے محیط کے علی القوائم مستوی سے دو مساوی ٹکڑوں میں قطع کر کے ان ٹکڑوں کو ایک دوسرے سے ذرا ہٹا کر کھڑا کیا (یکجہو شکل ۱۷)۔

ج جھری ہے د، دہ عدسہ کے دو نصف ٹکڑے۔ د سے حقیقی خیال م بنتا ہے



شکل ۱۷

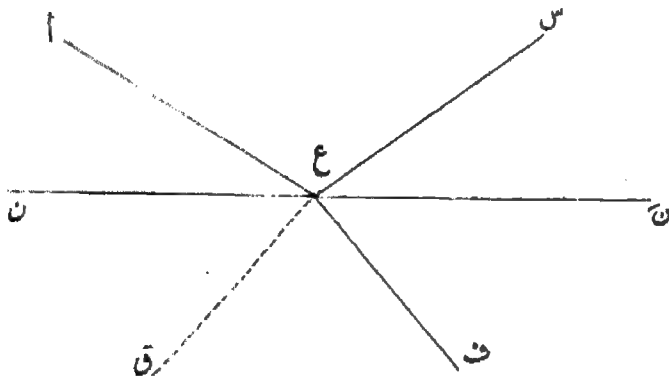
اور د سے حقیقی خیال م۔ ان خیالوں سے نور کی شعاعیں پھیل کر پردہ پر
تداخلی بند پیدا کریں گی۔
دو شفاف مساوی موٹائی کی ایک ہی مادے سے بنی ہوئی تختیوں کے
ذریعہ بھی تداخلی بند تیار کیے جاسکتے ہیں۔ چنانچہ اس ”دو کھلی تختی“ کے استعمال کا طریقہ
شکل ۱۸ میں بتایا گیا ہے۔ م م تختیاں ہیں جو جھری ج کے لحاظ سے
مشاکلا جانی گئی ہیں۔ کچھ شعاعیں م میں سے ہو کر مجازی خیال م بناتی ہیں اور
کچھ شعاعیں م میں سے ہو کر مجازی خیال م بناتی ہیں۔
تختیوں کو مناسب وضعوں میں رکھنے سے م اور م جھری کے بالکل قریب
بنیں گے۔ اور پردہ پر تداخلی بند پیدا کریں گے۔



شکل ۱۸

انعکاس نور کے متعلق اسٹوکس کا طریقہ عمل - فرض کرو کہ

اکافی حیثہ ارتعاش کی ایک شعاع $اع$ انعطاف آگینر سطح $ن$ سے نقطہ $ع$ پر دوچار ہوتی ہے۔ چونکہ یہاں شعاع کچھ منعکس ہو کر $ع$ سے راستے چلی جاتی ہے اور کچھ منعطف ہو کر $ع$ کی سمت اختیار کرتی ہے اس لیے فرض کرو کہ منعطف شعاع کا حیثہ ارتعاش $ع$ اور $ط$ ہے جہاں $ع$ اور $ط$ دونوں اکائی سے کمتر ہیں اگر ان منعکس اور منعطف شعاعوں کے راستوں کو الٹ دیا جائے تو منعکس شعاع $ع$ سے سمت $اع$ میں $ع$ حیثہ ارتعاش کی ایک شعاع پیدا کرتی ہے اور سمت $ع$ ق میں $ع$ ط حیثہ ارتعاش کی ایک منعطف شعاع پیدا کرتی ہے۔ منعطف شعاع $ع$ ق سمت $ع$ ق میں $ط$ حیثہ ارتعاش کی ایک منعکس شعاع بناتی ہے اور سمت $اع$ میں $ط$ حیثہ ارتعاش کی ایک منعطف شعاع۔ لیکن $ع$ سے اور $ع$ ف سمتوں کی منعکس اور منعطف شعاعیں جب واپس ٹوٹائی جاتی ہیں تو ان کی ترکیب سے اکافی حیثہ ارتعاش والی ابتدائی واقع شعاع پیدا ہونی چاہیے۔



شکل ۱۱

$$پس \quad ۱ = ع^۲ + ط^۲ \quad اور \quad ع^۲ + ط^۲ = ۱$$

یعنی $ط^۲ = ۱ - ع^۲$

پس کسی واسطہ کی سطح پر دو شعاعیں واقع ہوں: ایک شعاع واسطہ کے باہر سے

کسی زاویہ پر اور دوسری شعاع اس باہر سے واقع ہونے والی شعاع کے متناظر زاویہ انعطاف پر، تو باہر منعکس ہونے والی شعاع کے حیثہ ارتعاش کو اس کی متعلقہ واقع شعاع کے حیثہ ارتعاش کے ساتھ وہی نسبت ہوتی ہے جو اندر منعکس ہونے والی شعاع کے حیثہ کو اس کی متعلقہ واقع شعاع کے حیثہ کے ساتھ، لیکن ان کی علامتیں مخالف ہوتی ہیں۔

مستوی متوازی پہلوؤں والی شفاف تختی میں نور کا

ضعیفی انعکاس و انعطاف۔ پتلی جھلیوں کے رنگوں کی توجیہ کے لیے مصرعہ بالا ضوابط انعکاس و انعطاف استعمال کر کے ہم بتا سکتے ہیں کہ شفاف تختی پر واقع موج نور کی حدت منعکس موجوں میں کس قدر تقسیم ہوتی ہے اور بعد انعطاف تختی سے خارج ہونے والی موجوں میں کس قدر۔ چونکہ ہر انعکاس کے ساتھ انعطاف اور ہر انعطاف کے ساتھ انعکاس واقع ہوتا ہے اس لیے ہمیں انعکاس و انعطاف دونوں کا لحاظ کر کے نور کی حدت کی تعیین کرنی پڑتی ہے۔

شکل ۲۔ میں اکائی حدت کی مستوی موج متوازی پہلوؤں والی شفاف تختی ع ف پر سمت ا ع میں واقع ہوتی ہے، ع پر اس کا ایک جزو ع س کی سمت میں منعکس ہوتا ہے اور باقی جزو ع ف کی سمت میں منعطف ہوتا ہے۔ ف پر پہنچ کر اس کا کچھ حصہ ف ع کی سمت میں منعکس ہوتا ہے اور کچھ ف ل کی سمت میں منعطف ہو کر تختی کے باہر منتقل ہو جاتا ہے۔ اسی طرح ضعیفی انعکاس و انعطاف سے ع س، ع ف، ع ل، ع س، وغیرہ شعاعیں تختی کی سامنے کی سطح سے خارج ہوتی ہیں اور ف ل، ف ل، ف ل، وغیرہ اس کے پیچھے کی سطح سے خارج ہوتی ہیں۔ چونکہ تختی کے پہلو مستوی متوازی ہیں اس لیے ع س، ع ف، ع ل، وغیرہ باہر متوازی ہیں اور ف ل، ف ل، وغیرہ باہر متوازی۔

فرض کرو کہ تختی کی سامنے والی سطح پر شعاع ا ع کا زاویہ وقوع فہ ہے اور اس کا متناظر زاویہ انعطاف فہ۔ تختی کی موٹائی ٹ ہے اور ع، ع، ع، طہ، طہ ہوا اور تختی کے مادے میں منعکس اور منعطف موجوں کے حیثہ ارتعاش کو

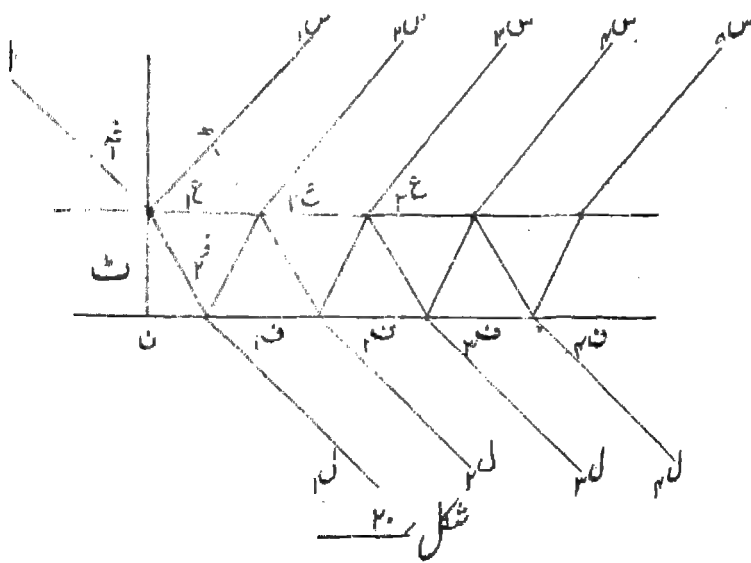
تفسیر کرتے ہیں۔ ہر تختی کا انعطاف مناسب ہے، تختی کی سطحوں پر عموداً اور ع. ہ. خط ع. س. پر عموداً۔ فرض کرو کہ سمت ع. س. میں منعکس ہونے والی موج اور ع. ف. ع. کی راہ لے کر سمت ع. س. میں جانے والی موج میں تفاوتِ راہ کی وجہ سے تفاوتِ ہیئت نہ ہے۔ شکل سے ظاہر ہے کہ ہر دو متواتر منعکس موجوں کا تفاوتِ ہیئت نہ ہی ہوگا۔

$$ع. ف. = \frac{ٹ}{ج.م.ف.} = ع. س. = ع. ج.م. > ع. ع. ہ.$$

پس ع. ہ. = ۲ ن. ف. جب ف.م. = ۲ ٹ. م. س. ف.م. جب ف.م. = ۲ مرٹ. جب ف.م.

اس لیے تہ = $\frac{\pi}{\lambda} (۲ ع. ف. - ع. ہ.) = \frac{\pi}{\lambda} \left(\frac{۲ مرٹ.}{ج.م.ف.} - \frac{۲ مرٹ.}{ج.م.ف.} \right)$

یعنی تفاوتِ ہیئت تہ = $\frac{\pi}{\lambda} \left(\frac{۲ مرٹ. ج.م.ف.}{ج.م.ف.} \right) = \frac{\pi}{\lambda} ۲ مرٹ. ج.م.ف.$
اور تفاوتِ راہ = ۲ مرٹ. ج.م.ف.



فرض کرو کہ واقع شعاع جب $\frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r})$ ہے۔ پہلی منعکس موج

ع جب $\frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r})$ ہوگی۔ دوسری منعکس موج

ع ط ط جب $\left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - 2 \right\}$ اور تیسری ع ط ط جب $\left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - 2 \right\}$

اور چوتھی ع ط ط جب $\left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - 3 \right\}$ ۔ اسی طرح بقیہ منعکس

موجوں کے لیے بھی سچے لکھے جاسکتے ہیں۔ پس اصل مجموعی منعکس موج

ص جب $\left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - \text{ضد} \right\}$ سے تعبیر کی جاسکتی ہے جس میں جملہ ارتعاش

ص اور ہیئت ضد دریافت شدنی ہیں۔ پس

ص جب $\left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - \text{ضد} \right\} = \text{ع جب } \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) +$

$\left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - 2 \right\} + \left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - 2 \right\} + \dots$

$\dots + \left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - (ن - 1) \right\} + \dots$

پس ان کو پھیلانے سے ص جب $\frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r})$ جم ضد۔ ص جم $\frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r})$ جب ضد

$= \text{ع جب } \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) + \text{ع ط ط جب } \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) + \text{جم } \left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - 2 \right\}$

$- \text{ع ط ط جم } \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) + \text{جب } \left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - 2 \right\} + \dots$

$+ \text{ع } \left\{ \frac{\pi_2}{t} - (و - \frac{l}{r}) - (ن - 1) \right\} + \dots$

- $\frac{1}{r} - \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \dots$ جب (ن-۱) تہ +
 یہ مساوات (و- $\frac{1}{r}$) کی تمام قیمتوں کے لیے صادق آتی ہے۔ اس لیے
 جب $\frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \dots$ اور $\frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \dots$ کے برعکس کے مساوی ہیں یعنی
 ص جمضہ = ص + ع ط ط (جم تہ + ع جم ۲ تہ + ع جم ۳ تہ +
 + ع (۲-۵۲) جم ن تہ) +
 اور ص جب ضہ = ع ط ط (جب تہ + ع جب ۲ تہ + ع جب ۳ تہ +
 + ع (۲-۵۲) جب ن تہ) +
 آخذاً ذکر مساوات کی ہر رقم کو ۱- یا خ سے ضرب دے کر دونوں مساواتوں
 کو جمع کرنے سے

ص (جمضہ + خ جبضہ) = ص فو = ص + ع ط ط (فو تہ + ع فو ۲ تہ +
 + ع فو ۳ تہ + + ع (۲-۵۲) فو ن تہ) +
 فوسین کے اندر کے جملہ کی رقیں ایک ہندی سلسلہ میں ہیں اور وہ صفر کی جانب
 مستند ہوتی ہیں۔ اس لیے ان کا حاصل جمع = ع ط ط (۱- ع فو ۲ تہ +
 پس ص فو ضہ = ص جمضہ + خ ص جبضہ = ص + ع ط ط (۱- ع فو ۲ تہ +
 =
 =
 چونکہ فو تہ = جم تہ - خ جب ط اور جم تہ = $\frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \dots$ (فو تہ + فو ۲ تہ)

$$\frac{\text{عہ طہ (جم تہ - خ جب تہ - عہ)}}{۱ - ۲ \text{ عہ} + \text{جم تہ} + \text{عہ}} + \text{عہ} = \text{خ ص جم نہ} + \text{خ ص جم نہ} = \text{عہ}$$

مساوات کی حقیقی اور خیالی مقدار کو علیحدہ علیحدہ جمع کرنے سے

$$\frac{\text{عہ طہ (جم تہ - عہ)}}{۱ - ۲ \text{ عہ} + \text{جم تہ} + \text{عہ}} + \text{عہ} = \text{خ ص جم نہ}$$

$$\text{اور ص جب نہ} = \frac{\text{عہ طہ جب تہ}}{۱ - ۲ \text{ عہ} + \text{جم تہ} + \text{عہ}}$$

$$\therefore \text{ص} = \left\{ \frac{\text{عہ طہ جب تہ}}{۱ - ۲ \text{ عہ} + \text{جم تہ} + \text{عہ}} \right\} + \left\{ \frac{\text{عہ طہ (جم تہ - عہ)}}{۱ - ۲ \text{ عہ} + \text{جم تہ} + \text{عہ}} + \text{عہ} \right\}$$

نسب نما (۱ - ۲ عہ + جم تہ + عہ) کو سہولت کی خاطر اس سے تعبیر کرو۔

چونکہ عہ - عہ اور طہ = (۱ - عہ) لہذا

$$\text{ص} = \left\{ \frac{\text{عہ} - (۱ - \text{عہ})}{س} \right\} + \left\{ \frac{\text{عہ} (۱ - \text{عہ})}{س} \right\}$$

$$= \left[\frac{(۱ - \text{عہ})}{س} + \frac{(۱ - \text{عہ}) (جم تہ - عہ)}{س} \right]$$

$$= \frac{\text{عہ}}{س} \left\{ س - (۱ - \text{عہ}) (جم تہ - عہ) \right\}$$

$$+ \left\{ (۱ - \text{عہ})^2 (جم تہ - ۲ \text{ عہ} + \text{جم تہ} + \text{عہ} - \text{جم تہ}) \right\}$$

$$= \frac{\text{عہ}}{س} \left\{ س - (۱ - \text{عہ}) (جم تہ - عہ) + (۱ - \text{عہ})^2 (جم تہ - ۲ \text{ عہ} + \text{جم تہ} + \text{عہ} - \text{جم تہ}) \right\}$$

$$= \frac{\text{عہ}}{س} \left\{ س - (۱ - \text{عہ}) (جم تہ - عہ) - (۱ - \text{عہ})^2 س \right\}$$

$$= \frac{\text{عہ}}{س} \left\{ س - ۲ (۱ - \text{عہ}) (جم تہ - عہ) - (۱ - \text{عہ})^2 \right\}$$

$$= \frac{\text{عہ}}{س} \left\{ س - (۱ - \text{عہ}) (۲ \text{ جم تہ} - ۲ \text{ عہ} - ۱ + \text{عہ}) \right\}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{ع^۲}{س} &= \{ (ع^۲ - ۱) + س \} (۲ - ۱) + ع^۲ \\
 \frac{ع^۲}{س} &= \{ س + ۱ - ع^۲ - ۲ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲ \} \\
 \frac{ع^۲}{س} &= (۲ - ۱) + ع^۲ + ع^۲ - ۱ - ع^۲ - ۲ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲ \\
 \frac{ع^۲}{س} &= \frac{(۲ - ۲) + ع^۲}{س} = \frac{ع^۲}{س} \\
 \frac{۴ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲}{۲} &= \frac{۴ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲}{۲} \\
 \frac{۴ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲}{۲} &= \frac{۴ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲}{۲}
 \end{aligned}$$

اگر ہم چاہیں تو تختی کی دوسری سطح سے بعد انعطاف خارج ہونے والی موجوں کا حاصل ص ۰ بھی مقررہ بالا طریقہ سے دریافت کر سکتے ہیں۔ لیکن یہ فرض مکر کے کر تخیلی میں نور ذرا بھی جذب نہیں ہوتا ہے، اصول بقائے توانائی کے ذریعہ ص ۰ کی تیسرین بہت آسانی سے ہو جاتی ہے۔ چنانچہ

$$ص^۲ + ص^۲ = ۱$$

$$\frac{(۲ - ۱) + ع^۲}{۲ - ۱ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲} = ص^۲$$

جہاں جب ۲ = ص ۰، وہاں ص ۰ = یعنی منعکس موجوں کی حدت صفر ہوتی

ہے جبکہ ۲ = ص ۰ یعنی ۲ مرٹ جم فہ = ن ۲ یعنی ۲ مرٹ جم فہ = ن ۲ جس میں ن ایک صحیح عدد ہے۔

پس اگر دو متواتر منعکس موجوں کا تفادیت راہ طول موج کا ایک صحیح عددی ضعف ہے تو منعکس نور کی حدت صفر ہوگی۔

$$\frac{۴ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲}{۲ + ع^۲ + ع^۲ - ع^۲} = ص^۲$$

اور اس کی قیمت اعظم ہوتی ہے جبکہ جب $\frac{1}{2} = 1$

پس جہاں $\frac{1}{2}$ یعنی $\frac{\pi^2}{2}$ مرتجم فہم $= (1 + n) \frac{\pi}{2}$

یا ۲ مرتجم فہم $= (1 + n) \frac{\pi}{2}$ وہاں منعکس نور کی حدت اعظم ہوگی۔ ہم نے ابھی دیکھا ہے کہ ص ۱ کی اقل قیمت صفر ہے۔ اس کی اعظم قیمت $\frac{\pi^2}{2(1 + n)}$ ہے جہاں ص ۱ اقل ہے تو ص ۱ کی قیمت اعظم اور اکائی ہے۔ اور جہاں ص ۱ کی قیمت اعظم یعنی $\frac{\pi^2}{2(1 + n)}$ ہے تو وہاں ص ۱ کی قیمت اقل اور $\frac{1}{2}(1 - n)$ ہے۔

تقریبی نظریہ — اگر تختی مفضض نہ تو دوسری منعکس شعاع حدت میں پہلی منعکس شعاع کے تقریباً مساوی ہوتی ہے اور باقی دوسری شعاعیں بہت مدہم ہوتی ہیں۔ پس اگر صرف پہلی دوسری شعاعوں ہی کی حدتوں پر غور کیا جائے اور بقیہ شعاعیں نظر انداز کر دی جائیں تو بھی نتیجہ قریب قریب ویسا ہی برآمد ہوگا جیسا کہ سابقہ نظریہ میں ہم نے ثابت کیا تھا کہ ان دو متواتر موجوں یا شعاعوں میں تفاوت راہ ۲ مرتجم فہم ہے۔

پس اگر یہ فرض کیا جائے کہ تختی کی پہلی سطح پر کے انعکاس اور دوسری سطح پر کے انعکاس میں کوئی فرق نہیں تو ہمیں توقع ہو سکتی ہے کہ اگر یہ تفاوت راہ نہ لے کے مساوی ہو یعنی

$$2 \text{ مرتجم فہم} = n \text{ لہ}$$

جس میں n کوئی ایک صحیح عدد ہے تو موجیں ایک دوسری کی اعانت کریں گی۔ اور وہاں نور کی حدت اعظم ہوگی۔ لیکن ہم نے دیکھا ہے کہ اسٹوکس کے استدلال سے $e = e$ ۔ پس تختی کی بیرونی اور اندرونی سطحوں پر کے انعکاسوں میں علامتیں مخالف ہیں۔ اس کا یہ مفہوم ہے کہ ایسے انعکاسوں میں ہیئتوں کا فرق بقدر π واقع ہوتا ہے گویا تفاوت راہ میں $\frac{1}{2}$ کا اضافہ عمل میں آتا ہے۔ پس اعظم حدت کی صورت میں

۲ من جم فہ = $(\frac{1}{r} + \frac{1}{n})$ لہ
 یہ نتیجہ سابقہ نتیجہ سے منطبق ہوتا ہے جس میں جلا منعکس شعاعوں کو ملحوظ رکھا
 گیا تھا۔
 تیل کی تیلی جھلیوں یا صابون کے بلبوں کا رنگ۔
 ریر سار مٹی کا تیل یا پٹرول جب پانی کی سطح پر پھیل جاتا ہے تو اس پر طرح طرح کے
 خوبصورت رنگ نظر آتے ہیں۔ اسی طرح صابون کے بلبے جب پھونکے جاتے ہیں تو
 اُن کی سطح بھی مختلف رنگوں سے آراستہ دکھائی دیتی ہے۔ صابون کی جھلی کی موٹائی جیسے جیسے
 بدلتی جاتی ہے ویسے ہی رنگوں میں بھی تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ پھوٹنے سے پہلے بلبے کا اوپر والا
 سب سے پتلا حصہ سیاہ نظر آتا ہے۔

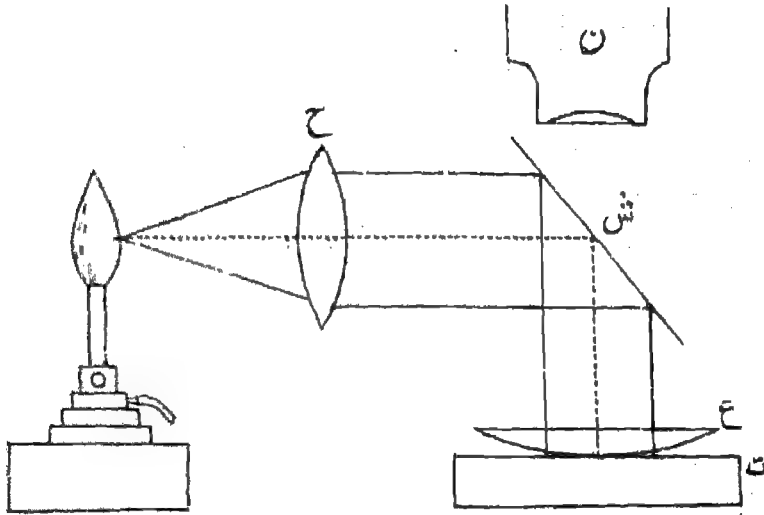
اس کی وجہ نور ہی کا تداخل ہے جو جھلی کی اوپر اور نیچے کی سطحوں سے منعکس ہو کر
 یکفیت پیدا کرتا ہے۔ چونکہ ۲ من جم فہ = $\frac{1}{n}$ لہ طول موج لہ والے نور کے
 اتلاف کا ضابطہ ہے جہاں جھلی کی موٹائی اس سادات کی شرا کو پورا کر لگی دہاں
 لہ طول موج کا نور غائب ہوگا اور اس لیے وہ حصہ باقی ماندہ نور سے زلیق نظر آلیگا۔
 چونکہ ایسی صورت میں تنویر ایک ہی مبداء مثلاً آسمان کے منور خطے یا مکان وغیرہ کی
 سفید سطح سے ہوتی ہے اس لیے نور کا تداخل بھی ممکن ہے۔ جو ششائیں جھلی سے نکل کر
 آنکھ تک پہنچتی ہیں بالکل متوازی نہیں ہوتی ہیں اس لیے ان سب کے لیے
 جم فہ کی قیمت ایک ہی نہیں ہو سکتی۔ پس جھلی کے رنگوں میں سے فیٹ کا کوئی
 خالص خطہ غیر موجود ہونے کے لیے ضروری ہے کہ ضابطہ بالا میں n ایک چھوٹا صحیح عدد
 ہو یعنی جھلی کافی بتلی ہو۔ کیچڑ پانی کے ڈبروں میں جب تیل گر کر پھیل جاتا ہے تو رنگ
 زیادہ شوخ اس لیے نظر آتے ہیں کہ جھلی کے نیچے کی سطح سے جو نور خارج ہوتا ہے پورا
 جذب ہو جاتا ہے اور تداخل نور کے اثرات میں غل نہیں پیدا کرتا۔ صدمت وغیرہ
 نیم شفاف پرت دار اجسام کے خوبصورت رنگ بھی اسی قسم کے تداخل نور سے
 وقوع میں آتے ہیں۔
 نیوٹن کے رنگین حلقوں کی پیدائش اور ان کے ذریعہ
 نور کے طول موج کی تعیین۔ نیوٹن نے دوربین کے دہانہ والے عدسہ کو

جس کے نصف قطر انحرار کی فٹ لمبے تھے شیشہ کی ایک مناسب تختی پر رکھ کر دیکھا تو اس کو عدسہ اور تختی کے نقطہ تماس کے گرد ہم مرکز سیاہ اور رنگین حلقے نظر آئے جو مرکز سے جیسے دور واقع تھے ویسے ایک دوسرے کے قریب بھی تھے۔ نیوٹن نے براہ راست خالی آنکھ سے ان کے نصف قطر ناپے اور ان کا باہمی ربط دریافت کیا۔ اس سے پہلے ہوک (Hooke) نے سلسلہ اسم میں ان حلقوں کا مشاہدہ کیا تھا اور ایک حد تک ان کی صحیح توجیہ کی بھی کوشش کی تھی جو تقریباً ایک سو سال بعد ینگ (Young) کے اجتہاد سے کامیاب ہوئی۔

معل میں یہ تجربہ آسانی ترتیب پاسکتا ہے۔ شیشہ کی کسی قدر موٹی تختی پر ایک چھوٹا لیکن تقریباً آسنی بستر ماسکی طول کا عدسہ رکھ کر نقطہ تماس خوردبین میں سے دیکھا جائے تو اس کے گرد اس قسم کے متعدد حلقے نظر آئیں گے۔ شکل ۱۲ میں ع عدسہ اور تختی ہے۔ ش ایک شیشہ کی بتلی تختی ہے جو عدسہ کے اوپر کو افق کے ساتھ ۴۵° پر اتار دی جاتی ہے۔ ح ایک عذب عدسہ ہے جس کے اسکر پر ایک وسیع ایک لونی مشعل مثلاً سوڈیم کا چراغ روشن کیا جاتا ہے۔ شعاعیں جب اس عدسہ (ح) میں سے متوازی نکلیں گی تو تختی ش سے منعکس ہو کر عدسہ ع اور تختی ت پر انحصاراً واقع ہوں گی۔ بعد انعکاس اوپر کی طرف کوڑھیں گی۔ اور تختی ش میں سے ہو کر خوردبین ن میں داخل ہوں گی۔

اس تجربہ میں عدسہ ع اور تختی ت کے مابین ہوا کی جو بتلی جھلی ہے اس کی اوپر اور نیچے والی سطحوں سے نور کی شعاعوں کا انعکاس ہو کر تداخل پیدا ہوتا ہے۔ منعکس شعاعوں کے تداخل سے جو حلقے بنتے ہیں ان کا سب سے اندرونی طبقہ سیاہ ہوتا ہے۔ ان حلقوں کے مشاہدہ کے لیے خوردبین کو اس طرح ترتیب دینا چاہیے کہ جھلی ماسکر پر آئے۔ خارج شدہ شعاعوں کے تداخل سے بھی حلقے دکھائی دیتے ہیں لیکن ان کا سب سے اندرونی طبقہ روشن ہوتا ہے۔ منعکس شعاعوں کے تداخل سے جہاں سیاہ طبقہ نظر آتا ہے وہاں خارج شدہ شعاعوں کے تداخل سے روشن طبقہ دکھائی دیتا ہے۔ گویا یہ ایک دوسرے کی تکمیل کرتے ہیں۔

نقطۂ تماس و کے قریب میں (ملاحظہ ہو شکل نمبر ۲۱) عدسہ اور تختی کے



شکل نمبر ۲۱

نیچے کی ہوا کی جھلی مستوی متوازی پہلوؤں والی تختی تصور کی جا سکتی ہے جس کی موٹائی آج میں جیسے جیسے (۱) کا فاصلہ نقطۂ تماس و سے بڑھتا جاتا ہے بتدریج اضافہ ہوتا ہے۔ اگر ۲ ج کو ٹ خط تماس و ج کے طول کو ط انا جائے اور عدسہ کی نیچے والی گروی سطح کے نصف قطر کو ص تواز روئے خواص دائرہ

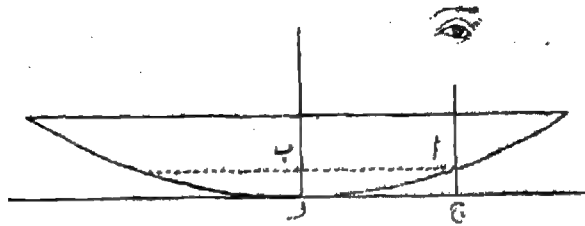
$$ط' = ط (۲ ص - ط)$$

ط کے مقابلہ میں عدسہ کا نصف قطر ص ایک بہت بڑی مقدار ہے اس لیے تقریباً

$$ط' = ۲ ص ط اور ط = \frac{ط'}{۲ ص}$$

ہوا کی اس جھلی میں نور کی شعاع کا زاویۂ وقوع فہ ہو تو جیسا کہ شکل نمبر ۲ سے بحث کرتے ہوئے بتایا گیا تھا جھلی کی اوپر اور نیچے والی سطحوں سے منعکس ہونے والی

شعاعوں میں تفاوتِ راہ ۲ مرٹ جم فہ ہے جس میں مر ہوا کا انعطاف بنا



شکل ۲۲

یعنی اکائی ہے۔ یہ تفاوتِ راہ اگر ن لہ کے مساوی ہو جس میں ن ایک صحیح عدد ہے تو یہاں تداخل کی وجہ سے نور کی موجیں ایک دوسرے کو تلف کر دیں گی اور نقطہ ج پر سیاہی نظر آئیگی۔ پس وج نصف قطر والا حلقہ سیاہ ہوگا۔ ن لہ تفاوتِ راہ والے حلقہ کے نصف قطر کو ہم طن سے تعبیر کریں گے۔

$$\text{پس اس کے پاس تبدیلی کی مٹائی ٹ} = \frac{\text{طن}}{\text{ص}} = \frac{\text{ن لہ}}{\text{جم فہ}} \therefore \text{طن} = \frac{\text{ص ن لہ}}{\text{جم فہ}}$$

یعنی ان حلقوں کے نصف قطر فطری اعداد کے جذر المربع کے متناسب ہیں۔

اسی طرح اعظم تمویر والے حلقوں کے نصف قطر کا مضابطہ

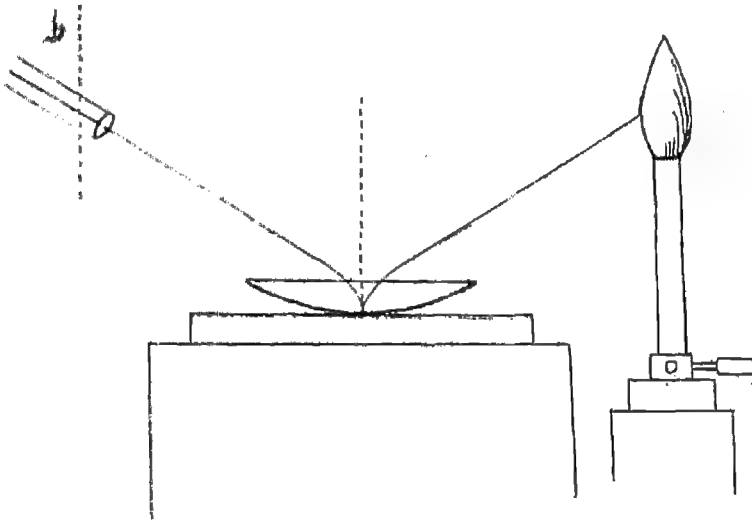
$$\text{ط} = \frac{\text{ص} (ن + \frac{1}{4}) \text{ لہ}}{\text{جم فہ}}$$

اگر $\text{طن} = \text{ن لہ}$ - ویں روشن حلقہ کا نصف قطر اور $\text{طن} = \text{ن لہ} - \text{ویں}$ روشن حلقہ کا نصف قطر

$$\text{تو } \text{طن}_1 - \text{طن}_2 = \frac{\text{ص} (ن_1 + \frac{1}{4}) \text{ لہ}}{\text{جم فہ}} - \frac{\text{ص} (ن_2 + \frac{1}{4}) \text{ لہ}}{\text{جم فہ}} = \frac{\text{ص} (ن_1 - ن_2) \text{ لہ}}{\text{جم فہ}}$$

$$\therefore \text{لہ} = \frac{(\text{طن}_1 - \text{طن}_2) \text{ جم فہ}}{\text{ص} (ن_1 - ن_2)}$$

واضح ہے کہ جب شعاعیں شکل (۲۱) کی طرح عمود وار واقع ہوتی ہیں تو جھلی میں وقوع کا زاویہ صفر ہوتا ہے اور اس لیے ہم $\theta = 0$ کہہ سکتے ہیں۔ اس تجربہ سے کسی بھی نور کا طول موج آسانی دریافت کیا جاسکتا ہے۔ شکل (۲۱) کی طرح بھی خرد بین کے محور کو انتصابی سمت کے ساتھ زاویہ θ پر مائل رکھ کر نیوٹن کے حلقوں کا تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ مثلاً جو شعاعیں نکلتی ہیں عدسہ کی اوپر والی سطح کے عمود کے ساتھ تفتہ بہ تفتہ زاویہ θ بناتی ہیں۔ چونکہ اس تجربہ میں حلقے ترچھی وضع میں مشاہدہ ہوتے ہیں اس لیے وہ دائری نہیں بلکہ قطع ناقص کے ایک نظام کی شکل میں دکھائی دینگے۔



شکل ۲۳

منعکس موجوں کے تداخل سے جو حلقے بنتے ہیں ہم نے ابھی بیان کیا ہے کہ ان کا مرکزی طبقہ سیاہ ہوتا ہے۔ اس لیے کہ ایک انعکاس شیشہ میں ہوا کی جھلی کے اوپر واقع ہوتا ہے اور دوسرا ہوا میں شیشہ کی سطح کے اوپر۔ اس لیے تفاوت راہ کی تعیین میں ایک نصف طول موج کا اضافہ وقوع میں

آتا ہے۔ لیکن اگر عدسہ کراؤن شیشہ اور اس کے نیچے کی تختی فلٹ شیشہ کی ہو اور ان دونوں کے بیچ میں سستا فراس کا تیل پھیلا یا جائے جس کا انعطاف نما کراؤن شیشہ کے انعطاف نما سے بڑا اور فلٹ شیشہ کے انعطاف نما سے چھوٹا ہے تو چونکہ نور کی شعاعیں تیل کی اوپر اور نیچے کی سطح سے جب منعکس ہوتی ہیں تو دونوں صورتوں میں کمتر انعطاف نما سے زائد تر انعطاف نما والے واسطہ میں انعکاس واقع ہوتا ہے اس لیے تفاوتِ راہ کی تعیین میں مزید نصف طول موج کے اضافہ کی ضرورت نہیں ہوتی اور مرکزی حلقہ روشن دکھائی دیتا ہے۔ چنانچہ رنگ سب سے پہلا شخص ہے جس نے یہ تجربہ کر کے بتایا۔

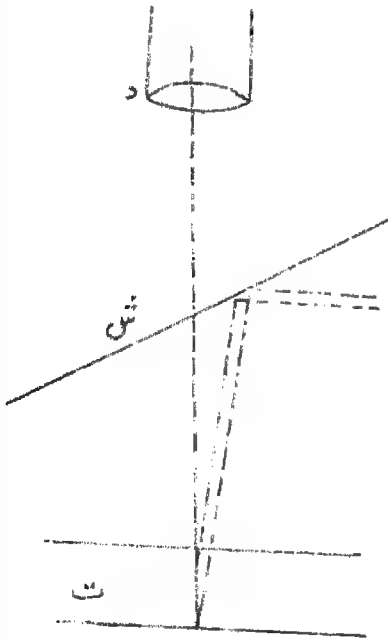
جب واقع شعاع ایک لونی نہیں بلکہ سفید ہوتی ہے تو اس کے مختلف لونی اجزاء ایک دوسرے پر مترکب ہوتے ہیں جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ مرکزی سیاہ حلقہ کے گرد رنگین حلقے دکھائی دیتے ہیں اور ان کی تعداد بھی کم ہوتی ہے۔ نیوٹن نے ان رنگوں کے سات مندرجہ ذیل سلسلے مشاہدہ کیے :-

(۱) سیاہ، نیلا، سفید، زرد، سُرخ (۲) بنفشی، نیلا، سبز، زرد، سُرخ (۳) ارغوانی، نیلا، سبز، زرد، سُرخ (۴) سبز، سُرخ (۵) سبزی، مائل نیلا، سُرخ (۶) سبزی، مائل نیلا، ہلکا سُرخ (۷) سبزی، مائل نیلا، سُرخ، مائل سفید۔

سی۔ وی۔ یائز (C. V. Boys) نے ”پیلاؤتوس قزح“ کے نام سے ایک آلہ اختراع کیا ہے جس سے سفید نور میں ان رنگین حلقوں کا بخوبی مطالعہ ہو سکتا ہے۔ یہ پیتل کے ایک حلقہ پر مشتمل ہے جس کا قطر تقریباً چار انچ ہے اور جو سرعت کے ساتھ ایک انتصابی محور کے گرد گھمایا جاسکتا ہے۔ گھمانے سے پہلے اس حلقہ پر صابون کے پانی کی ایک جھلی پھیلا دی جاتی ہے۔ گردش جیسے جیسے تیز ہوتی جاتی ہے جھلی کے مرکز پر موٹائی کمتر ہوتی جاتی ہے اور ساتھ ہی اس کے محیط کی طرف بڑھتی جاتی ہے۔ بالآخر مرکز پر ایک سیاہ دھبہ اور اس کے گرد رنگین حلقے دکھائی دیتے ہیں جن کے قطروں کے طول گردش کے ساتھ تبدیل کیے جاسکتے ہیں۔

ہیڈنگر (Haidinger) کی جھالیں - ہیڈنگر نے

۱۸۲۹ء میں مشاہدہ کیا کہ کسی قدر موٹی شفاف متوازی پہلوؤں والی تختی میں بھی تداخل نور ہے رنگین طلقے بنتے ہیں۔ لیکن اس امر کی تحقیق مینسکار (Mascart) اور لٹمر (Lummer) نے کی۔ شفاف تختی اگر ۳ یا ۵ ملی میٹر موٹی ہو تو ان حلقوں کے مشاہدہ کے لیے اس کے پہلوؤں کا ٹھیک متوازی اور متوازی ہونا ضروری ہے اس لیے کہ تختی کی متوازی سطحوں سے منعکس ہو کر تداخل پیدا کرنے والی شعاعیں ان سطحوں کو جن نقطوں میں منقطع کرتی ہیں ان کا درمیانی فاصلہ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ معہذا ان کے دیکھنے کے لیے آنکھ لا تنہا ہی پر ماسک پر لائی جانی چاہیے یا دوربین



شکل ۱۳

سے مدد لی جائے۔ ساتھ ہی نور بھی ایک لونی ہونا چاہیے۔ اس لیے کہ تداخل کے ضابطہ ۲^م مرحلہ $m\lambda = n\lambda$ سے ظاہر ہے کہ تختی کی موٹائی $n\lambda$ بمقابلہ λ ایک بڑی مقدار ہونے کی وجہ سے m کی کسی ایک قیمت کے لیے n کی ایسی قیمتیں مل سکتی ہیں جو طیف کے ہر رنگ کے لیے درست ہو سکتی ہیں۔ شکل ۱۳ میں تداخل شفاف موٹی تختی ہے۔ اس پر شعاعیں ۵۴^م پر مائل پتلی غیر منقضض شیشہ کی تختی ش سے منعکس ہو کر گرتی ہیں۔ اور پھر اس کی اوپر اور نیچے والی سطحوں سے منعکس ہو کر دُور بین میں داخل ہوتی ہیں۔ ت کی سطحیں جب

ٹھیک متوازی ہوتی ہیں تو جھارن ہم مرکز حلقوں کی شکل میں نظر آتی ہیں جن کا مشترک مرکز دُور بین کے محور پر واقع ہوتا ہے۔ حلقوں کی تعداد معتدلت ہوتی ہے۔ سب سے اندر کا حلقہ تختی کی موٹائی اور شعاعوں کی انعطاف پذیری کے لحاظ سے کبھی سیاہ ہوتا ہے

اور کبھی روشن - ہیڈ ٹنچو کی ان جہازوں کے معاہدے سے سختی کے پہلوؤں کے
بھٹیک مستوی متوازی ہونے کا امتحان ہو سکتا ہے۔ کسی سطح کے مستوی ہونے کا
امتحان مقصود ہو تو آسان طریقہ یہ ہے کہ اس کو ایک ایسی سطح پر رکھا جائے جس کا مستوی ہونا
سنائری طریقہ سے ثابت ہو چکا ہو۔ زیر امتحان سطح اور اس سطح کی درمیانی ہوا کی تھیلی پر یک ٹوٹی نور سے
منور کر کے تداخلی جہازوں کا امتحان کرنے سے پتہ چل جاتا ہے کہ سطح کس حد تک
مستوی ہے۔

دقیق پیمائشوں میں تداخل نور کے اطلاقات - چونکہ نور کا
طول موج بہت چھوٹا ہے اس لیے تداخل نور کے تجربوں کے ذریعہ سے نہایت
باریکی کی پیمائشیں عمل میں لائی جاسکتی ہیں۔ ابھی بھی بیان کیا گیا کہ تداخل نور کا
طریقہ استعمال کر کے تختیوں کی سطحوں کو بالکل مستوی متوازی بنا سکتے ہیں۔ اس کے
علاوہ یہ طریقہ شفاف اشیاء کے انعطاف نما کی خفیف تبدیلیوں مثلاً تپش یا دباؤ
کی تبدیلی سے گیس کے انعطاف نما کی تبدیلی کی پیمائش میں استعمال ہوتا ہے۔ بعض
معیاری اشعاؤں کے طول موج کی قیمت بھی اس کے ذریعہ طول کی اکائی کی رقبوں
میں ناپی جاسکتی ہے۔ طیفی خطوط کی ساخت بھی اس سے دریافت ہو سکتی ہے کہ
آیا وہ مفرد ہیں یا مرکب۔

سہر دست ہم تداخل نور کے طریقہ سے انعطاف نما کی خفیف تبدیلیوں کی
پیمائش پر بحث کریں گے۔ اور بتائیں گے کہ طیف پیمائش کے طریقہ سے یہ طریقہ کیوں زیادہ حساس
ہے۔ واضح ہو کہ طیف پیمائش کا استعمال زاویہ پیمائی پر منحصر ہے۔ عمدہ سے عمدہ
طیف پیمائشوں میں ۱۰ انانینہ تک کا زاویہ بڑھا جاسکتا ہے اور اس طرح کسی شے
کا انعطاف نما اعداد ۱۰ کے چوتھے مقام تک صحت کے ساتھ معلوم ہو سکتا ہے۔
جن تجربوں میں ٹھوس یا مایع کے انعطاف نما کی مطلق قیمت دریافت کرنی مقصود
ہو ان کے لیے طیف پیمائش بہتر آلہ ہے۔ لیکن گیسوں کے انعطاف نما یا ٹھوس
یا مایع اشیاء کے انعطاف نما کی خفیف تبدیلیوں کے لیے تداخل نور کے طریقہ
زیادہ حساس ہوتے ہیں۔ اگر بالفرض کسی شے کے اندر نور کی موجیں ۱۰ سم
راستہ طے کرتی ہیں اور اس شے کے انعطاف نما کی تبدیلی سے اس راستہ

طول میں $\frac{1}{10}$ یعنی ایک طول موج کی ن۔ دیں کسر کا فرق پیدا ہو جاتا ہے تو

$$\frac{1}{10} + \frac{m}{n} = \frac{m + 10}{n} \therefore \frac{m}{n} = \frac{10}{n}$$

ہیں اگر طول موج 5×10^{-7} سم (جو ایک سبز رنگ سے تعلق ہے) ہو تو

$$m = \frac{5 \times 10^{-7}}{10} = 5 \times 10^{-8}$$

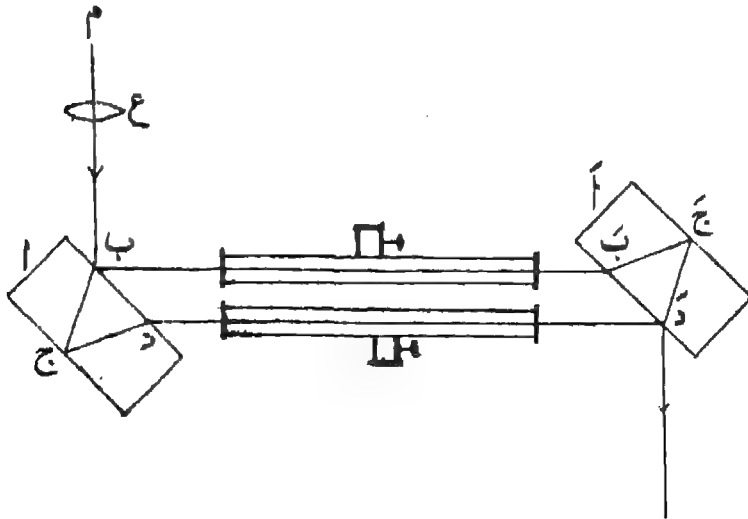
حصہ تک کی تبدیلی بھی آسانی ناپ لی جاسکتی ہے۔ پس اس طریقہ سے
الطاف پیمائی کی تبدیلی اس کے 10^{-7} حصہ تک یعنی اعشاریہ کے چھٹے مقام تک
ناپنے میں کوئی وقت نہیں۔ بالفاظ دیگر یہ طریقہ طیف پیمائے کے طریقہ سے سو گنا زیادہ
حساس ہے۔ جن آلات کے ذریعہ ایسی پیمائشیں عمل میں آتی ہیں ان کو متداخل پیماس
(Refractometer) کہتے ہیں۔

ٹرامان (Jamin) کا متداخل پیماس - ۱ اور ۲ شیشے کی دو

عین مساوی موٹی تختیاں ہیں جو ایک ہی گندے سے تراشی گئی ہیں ملاحظہ ہو
شکل ۲۵۔ ان کی سطحیں مناظری طریقہ سے مستوی اور متوازی بنائی گئی ہیں۔
ان کی پیچھے کی سطحیں منقوض ہیں۔ اور وہ تقریباً ایک میٹر کے فاصلے سے مناظری
بیچ پر باہدگر متوازی استادہ کی گئی ہیں۔ ۱ کو پہلے اس طرح کھڑا کرتے ہیں
کہ اس کی تیار کردہ سطحیں امتصابی اور بیچ کے محور سے ۴۵° مائل ہوتی ہیں۔
مبدارم سے جو شعاعیں نکلتی ہیں محدب عدسہ کے ذریعہ متوازی بن کر تختی ۱ کے
ساتھ ۵۰° زاویہ پر واقع ہوتی ہیں۔ سامنے کی سطح سے ان کا کچھ حصہ منعکس ہو کر
سمت ب ب میں بیچ کے محور کے راستہ سے گزرتا ہے اور کچھ تختی میں داخل
ہو کر اس کے پیچھے کی سطح سے نقطہ ج پر منعکس ہوتا ہے اور بالآخر سامنے کی
سطح سے خارج ہو کر پہلے جزو کی متوازی سمت د د میں چلا جاتا ہے۔ پہلی تختی ۱
میں ب ج کی سمت میں منعطف ہوتی ہے اور پھر ج د کی سمت میں منعکس
ہو کر اسی راستہ سے خارج ہوتی ہے جس راستہ سے دوسری تختی ۲ کی

سامنے والی سطح سے منعکس ہوتی ہے۔ تختی Λ انتصابی محور کے گرد حسب ضرورت خفیف سی گھمائی جاسکتی ہے۔ اگر دونوں تختیاں ٹھیک مشابہ اور متوازی ہونگی تو تمام شعاعوں کے لیے دونوں راستے ایک ہی طول کے ہونگے۔ اس منزل پر پہنچنے کے بعد اگر اجزاء شیشہ کی یکسانیت میں سقم یا تختیوں کی سطحوں میں بناوٹ کے کچھ عیوب رہ گئے ہوں تو آٹھ نچھرخ کو بھدی بے قاعدہ شکلیں نظر آنے لگیں گی۔ تختیاں جس قدر ٹھیک متوازی ہونگی اتنا ہی تداخل نور سے پیدا ہونے والے بند چوڑے نظر آئیں گے۔ ایسے بندوں کو بروسٹلر (Brewster) کے بند کہتے ہیں اس لیے کہ بروسٹلر نے سب سے پہلے ان کا مشاہدہ کیا تھا۔

تختی Λ کو ذرا سا گھمانے سے پنسلوں کے طول راہ میں خفیف سافرق پیدا ہو گا اور متبادل روشن اور تاریک بند دکھائی دیں گے۔ اب مساوی اور مشابہ تلیاں L جن کے دونوں سرے مناظری طریقہ پر مساوی تیار کردہ شیشہ کے



شکل ۲۵

نگاروں سے بند ہو سکتے ہیں۔ ب ب اور د پینسلوں کے راستے میں رکھی جاتی ہیں۔ ابتداؤں دونوں نلیوں میں کی ہوا خارج کی ہوئی ہوتی ہے۔ اگر ضرورت ہو تو تختیوں کو مکرر ٹھیک وضع میں ترتیب دیا جاتا ہے تاکہ دور بین میں صحیح شکل کے بند نظر آئیں۔ دور بین کے صلیبی تار اب ایک روشن بند کے ٹھیک وسط میں اس کے پر لائے جاتے ہیں۔ پھر ایک نلی کے اندر بتدریج دی ہوئی گیس داخل کی جاتی ہے اور فشار پیماء کے ذریعہ اس کا دباؤ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ جیسے جیسے گیس کا دباؤ بڑھتا جائیگا تداخلی بند دور بین کے میدان نظر میں سے حرکت کرتے ہوئے دکھائی دینگے۔ بند جب صلیبی تاروں پر سے گزرتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں تو ان کی تعداد گن لی جاتی ہے۔ اس طرح فشار پیماء کی قرائت اور بندوں کی تعداد جو صلیبی تاروں پر سے گزرے ہیں قلم بند کر لیے جاتے ہیں اور ان کی ایک ترتیم تیار کی جاتی ہے۔ اور اس طرح معلوم کر لیا جاتا ہے کہ کامل خلا سے لے کر گرہ ہوائی کے دباؤ تک کتنے بند تاروں پر سے گزر چکے۔ فرض کرو کہ ان کی تعداد ن سے تو اس کے یہ معنی ہونے کہ خالی نلی اور گرہ ہوائی پر دی ہوئی گیس سے بھری نلی میں مناظری راستہ کا فرق ن لہ ہے۔

اگر نلی کا طول ط ہے، خلائی نلی میں انعطاف نما ہر اور گرہ ہوائی پر گیس سے بھری نلی میں انعطاف نما ہر اور خلا میں نور کا طول موج لہ تو

$$\text{ط (م۔ م۔) = ن لہ} \quad \text{لیکن م۔ م۔ = ا۔ م۔ = ا + \frac{\text{ن لہ}}{\text{ط}}$$

صلیبی تاروں پر سے گزرنے والے بند گھنے کی بجائے مساوی (Compensator) استعمال کر کے ایک ہی بند کو تاروں پر قائم رکھ سکتے ہیں۔ ذیل میں ریلے (Rayleigh) کے تداخل پیماء کی تشریح کے ساتھ اس کا بھی ذکر کیا جائیگا۔

ریلے کا تداخل پیماء۔ ہم یہاں گیسوں کے تداخل پیماء کی مختصر تشریح کریں گے۔ مایعات کے انعطاف نما کا تداخل پیماء اس سے مشکل اور ساخت میں مختلف ہوتا ہے لیکن اصول کے لحاظ سے دونوں ایک ہیں۔

اب ایک ہوا بند فلزی ڈبہ ہے جو دو علیحدہ مساوی کمروں میں تقسیم کیا گیا ہے (دیکھو شکل ۲۶)۔ دونوں کمروں میں کی گیس کا دباؤ لگھٹایا بڑھایا جاسکتا ہے اور اس کی پیمائش فشار پیمائوں سے کی جاتی ہے۔ کمروں کے سرے دو مساوی مناظری شیشہ کی تختیوں سے بند ہیں۔ متناظری گز رہے جو مبداء م سے آنے والے نور کو متوازی پنسل میں تبدیل کر کے دو جھریوں ج ج میں سے گزرنے دیتا ہے، جو اب کے کمروں کے عین سامنے ایک پردہ پر پڑتی ہیں اور ڈبہ کی لمبائی سے کسی قدر زیادہ لمبی ہوتی ہیں تاکہ نور کی پنسلیں کمروں کے اندر سے اور کچھ باہر سے بھی گزر کر دورین د میں داخل ہوں۔

جھریاں دورین کے ماسکی مستوی میں داخل ہونے لگتی ہیں اور اگر اب کے کمروں میں گیس کا دباؤ مساوی ہے تو دورین کے میدان نظر کے نیچے کے



شکل ۲۶

حصہ کے بند جو کمروں کی گیس میں سے گزرنے والی شعاعوں سے پیدا ہوتے ہیں میدان کے اوپر کے حصہ کے بندوں کے ساتھ مسلسل دکھائی دیتے ہیں جو ڈبہ کے اوپر سے آنے والی شعاعوں سے پتے ہیں۔ میدان نظر کے ان اوپر اور نیچے والے بندوں کا باہم دیگر آسانی کے ساتھ مقابلہ کرنے کے لیے منشور ش استعمال کیا جاتا ہے جو اوپر والی پنسل کو نیچے کی طرف منحرف کرتا ہے۔

مبداء نور سوڈیم یا پارے کا چراغ ہو سکتا ہے۔ اگر سفید نور استعمال کیا جائے تو رنگین بندوں کے دو سلسلے نظر آئیں گے جن کا مرکزی بند سفید ہوگا۔ اگر دونوں

کروں میں دباؤ کا تفاوت ہو تو نیچے کے تہ اعلیٰ بندوں میں ہٹاؤ واقع ہو گا اس
کتاب مناظری راستے غیر مساوی ہونگے۔

کتاب مناظری راستے میر مساوی ہوئے۔
معاوض ض شبشہ کی دو تختیوں سے بنا ہوا ہے جو باہد گر ایک چھوٹے
زاویہ پر مائل ہیں اور اب میں سے آنے والی پٹیلوں کے راستہ میں رکھا جاتا ہے۔
جب یہ معاوض پٹیلوں کے راستہ میں متشاکلاً واقع ہوتا ہے تو اس کی وجہ سے
کوئی غیر تفاوت راہ پیدا نہیں ہوتا لیکن اس کو جب گھما کر دوسری وضع میں لاتے
ہیں تو پٹیلوں کے راستوں میں تفاوت واقع ہوتا ہے۔ اب کے کمروں کی گیس
میں دباؤ کے اختلاف سے جو تفاوت راہ پیدا ہوتا ہے اور اس کی وجہ سے
مرکزی انداظمی بند اپنی پہلی وضع سے ہٹ جاتا ہے وہ ض کو مناسب سمت
میں حسب ضرورت گھما کر اپنے ابتدائی مقام پر واپس لایا جاسکتا ہے۔ ض کے
ساتھ ایک نمایندہ ہوتا ہے جو اس کے ساتھ ایک پیمانہ پر گردش کرتا ہے۔ نمایندہ
کو پیمانہ کے نشانات پر سے انقباط گھما کر دیکھ لیا جاتا ہے کہ بیچے کے کتنے بند
اوپر کے ایک ثابت بند پر سے گزر جاتے ہیں۔ اسی طرح معاوض کی تعبیر کر کے
اس کے پیمانہ کی قرأت اور تفاوت طول موج میں تعلق معلوم کر لیا جاتا ہے۔
یہ طریقہ اس قدر حساس ہے کہ دباؤ کے خفیف اختلاف سے تعدد خطی بندوں
کی ایک محدبہ تعدد و صلیبی تاروں پر سے گزر جاتی ہے اس لیے طبعی دباؤ اور پیش
کے تحت کسی گیس کا الغطاف نما دریافت کرنے کے لیے حسب ذیل حسابی عمل سے
کام لیا جاتا ہے:-

گیسوں کے یہ ضابطہ $\frac{1}{P} = \frac{1}{P_0} + \frac{1}{P_1}$ مستقل کافی صحیح مانا جاتا ہے جس سے
ہر گیس کا انعطاف نما اور یہ اس کی کثافت ہے۔

اگر ت گیس کی مطلق تپش اور د اس کا دباؤ ہو تو از روئے کلیات

$$\text{گیس} = \frac{P}{T} = \text{مستقل}$$

پس $\frac{1}{T} = \text{مستقل}$

اگر گیس کا انعطاف نماطبیعی تپش اور دباؤ کے تحت م ہے تو

$$\frac{1-m}{2} = \frac{1-m}{44} \times 243$$

اب فرض کرو کہ نلیوں میں گیس کا طول ط ہے اور د، دباؤں کے تحت اس کا انعطاف نما م ہے اور اس میں نور کا طول موج لم ہے۔ پس نلیوں میں نور کی موجوں کی تعدادوں کا تفاوت

$$\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} = \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right) \frac{\lambda}{\lambda} = \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right) \frac{\lambda}{\lambda} \quad \text{جس میں } \lambda \text{ نور کا طول موج ظاہر میں ہے۔}$$

$$\left\{ \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right\} \frac{\lambda}{\lambda} = \left\{ \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right\} \frac{\lambda}{\lambda}$$

$$\frac{1-m}{44} \times \frac{243}{\lambda} = \frac{1-m}{\lambda}$$

معاوض کے نمائندہ کی مدد سے اس تفاوت کی قیمت معلوم کر لی جاتی ہے فرض کرو وہ ع ہے

$$\frac{1-m}{44} \times \frac{243}{\lambda} = \frac{1-m}{\lambda} \quad \text{پس } 1 + \frac{243}{\lambda} = \frac{1-m}{\lambda}$$

معاوض کی تعمیر کے لیے جو ترسیم کھینچی گئی ہے اس سے نسبت $\frac{1-m}{\lambda}$ دریافت کر لی جاتی ہے۔

مناظرات کے انعطاف نما کی خفیف تبدیلیاں ناپنے کے لیے مثلاً جبکہ ان میں کوئی شے حل ہوتی ہے گیس والے ڈبے سے چھوٹا ڈبہ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے بھی دو کمرے ہوتے ہیں۔ حرکت پذیر تختی ڈبے کے اوپر سے آنے والی پنسل کے سیدھا راہ ہوتی ہے۔ مرکزی بند واضح نقطہ آنے کے لیے جھریاں سفید نور سے روشن کی جاتی ہیں۔ لیکن انعطاف نما کی

تبدیلی کے ضابطہ

$$(m, m) \quad \lambda = n \cdot \lambda$$

میں λ وہی طول موج ہے جو آلہ کے پیمانہ کی تعبیر کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔
تعبیر کا طریقہ گہری تداخل پیم کے پیمانہ کی تعبیر کے مماثل ہے۔

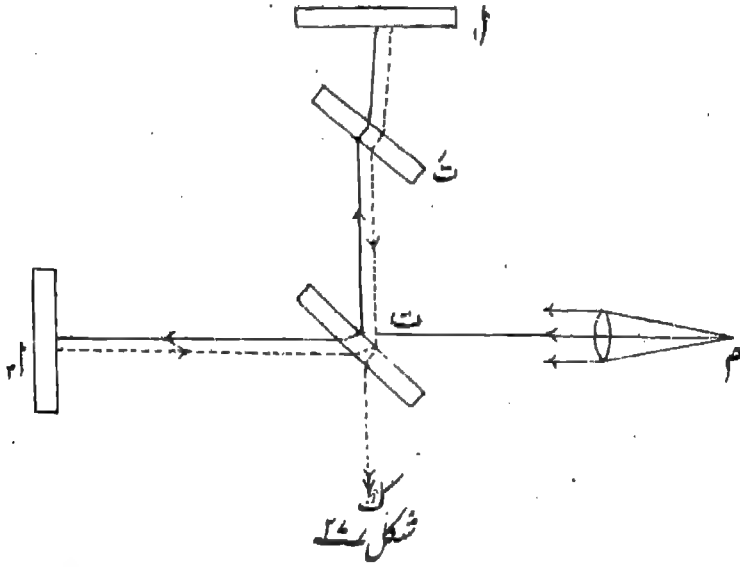
مائیکلسن کا تداخل پیم - ہم اس باب میں صرف اس آلہ کی

تشریح اور اس کا نظریہ بیان کر کے بتائیں گے کہ اس کے ذریعہ اشیاء کا انعطاف نما
کیونکر دریافت ہو سکتا ہے۔ طیف پیمائی اور طبیعی ہیئت (Astrophysics) میں
بھی اس آلہ کا استعمال بہت مفید ہے۔ ان امور پر طیف پیمائی کے باب میں بحث
کی جائیگی۔

نور کا تداخل پیدا کرنے کے متعلق اب تک جو طریقہ بیان ہوئے ہیں
ان میں دو امور قابل غور ہیں جن کی وجہ سے تجربہ کی کامیابی محدود ہو جاتی ہے۔ ایک
یہ کہ چھری کے استعمال سے نور کی حدت بہت گھٹ جاتی ہے۔ دوسرے
یہ کہ جن راستوں سے نور کی پنسلیں پرودہ وغیرہ پر پہنچ کر تداخل پیدا کرتی ہیں ان کا
ایک دوسرے کے قریب ہونا ضروری ہے تاکہ ان کا درمیانی زاویہ چھوٹا ہو۔
ایسی صورت میں ضروریات تجربہ کے لحاظ سے ایک پنسل کے راستہ میں بعض
مناظری اشیاء کا داخل کرنا مشکل ہو جاتا ہے۔ یہ وقتیں مائیکلسن کے
تداخل پیم میں نہایت کامیابی کے ساتھ رفع ہو جاتی ہیں۔ شکل ۲ میں اس کا
حاکم بتایا گیا ہے۔

مبداً نور ہے جو ایک محدب عدسہ کے ماسک پر واقع ہے۔ متوازی
شعاعوں کی پنسل مناظری غیشہ کی تختی پر گرتی ہے جس کی سامنے کی سطح افق
مففض ہوتی ہے کہ واقع نور کا آدھا حصہ اس پر سے منعکس ہوتا ہے اور آدھا
اس میں سے گزر جاتا ہے۔ جو حصہ منعکس ہوتا ہے وہ ایک دوسری مساوی
اور متوازی تختی میں سے گزر کر مستوی آئینہ ۱ پر علی القوائم واقع ہوتا ہے۔
آئینہ کی سامنے کی سطح مففض ہے۔ اس پر سے شعاعیں منعکس ہو کر واپس نوٹتی

ہیں اور ہوا اور تختی کے درمیان سے اُسی راستہ واپس ہوتی ہیں جس راستہ سے آئی تھیں۔
تختی کے پر جب پہنچتی ہیں تو اس میں سے سرایت کر کے آنکھ کے درمیان داخل
ہوتی ہیں۔ نور کا جو حصہ تختی کے درمیان سے گزرتا ہے آئینہ کے پر سے منعکس ہو کر
تختی کے پر اُسی راستہ کو گزرتا ہے جس راستہ سے کہ آیا تھا۔ یہاں وہ منعکس ہو کر
نور کے پہلے جزو کے ساتھ منطبق ہوتا ہے۔ تختی کے حصہ اس لیے استعمال
کی جاتی ہے کہ پنسل کے دونوں جزو مساوی راستے طے کریں ورنہ پنسل کا دوسرا
جزو تختی کے درمیان سے تین مرتبہ گزرتا اور پہلا جزو صرف ایک ہی مرتبہ۔



تختیاں 'ت' ایک ہی موٹی تختی کو دو مساوی حصوں میں تراش کر
بنائی گئی ہیں اور ان کی سطحیں مناظری طریقہ پر مستوی اور صاف کی گئی ہیں۔
ایک بھاری فلزی تختی 'ا' پر جس کو ہم قاعدہ کہیں گے 'ت' اور 'ت' کھڑے
کیے جاتے ہیں۔

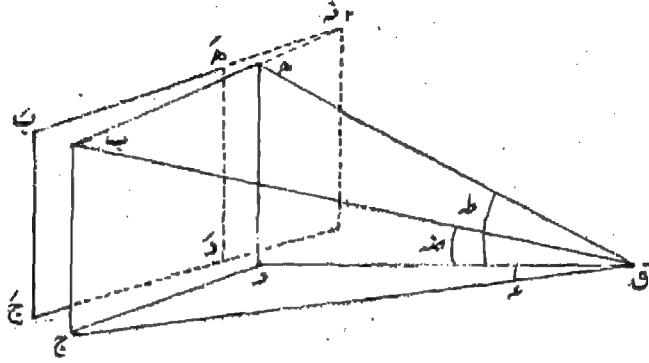
شیشہ کی تختی 'ت' ایک فلزی چوکھٹے میں قاعدہ پر مضبوط بندھی ہوئی ہوتی ہے۔
تختی 'ت' کا چوکھٹا انتصابی محور پر خفیف سا گھمایا جاسکتا ہے تاکہ 'ت' کے ساتھ وہ

ٹھیک متوازی بنایا جاسکے۔ آئینہ ا کمائیوں کے ذریعہ تین پیچوں کے مقابل لکھا ہوا ہوتا ہے جو ایک انتصابی تختی میں لگے ہوئے ہیں۔ یہ تختی قاعدہ کے سرے سے ہوتی ہے۔ دونوں آئینوں ا اور ا کی سامنے کی سطح مفضل ہے۔ آئینہ ا جس جگہ میں پکڑا ہوا ہے ایک فلزی پھلواں تختہ پر مضبوط جا دیا گیا ہے اور تختہ ایک ٹھیک مستقل گھائی والے لیے پیچ کے ذریعہ قاعدہ میں آگے پیچھے بغیر ذرا بھی گھماؤ کے حرکت کرتا ہے۔

چونکہ اس تداخل پیمائیں جبری نہیں ہے اور جن پیمائیں میں تداخل واقع ہوتا ہے وہ باہر گر علی التوا ہیں اس لیے سابقہ تجربوں کے استقام اس کے تجربوں میں نہیں پائے جاتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ ایک نوئی فور جب استعمال کرتے ہیں تو اس آلہ میں ہزاروں کی تعداد میں تداخلی بند دکھائی دیتے ہیں۔ اس کی ایک اور خوبی یہ ہے کہ تداخل کے لیے یہ ایک ہوائی جھلی کا کام دیتا ہے جس کی موٹائی ہم جتنا چاہیں گھٹا سکتے ہیں۔ اس لیے کہ تداخل صرف ہوا کے اُس حصہ میں ہوتا ہے جو آئینہ ا اور تختی ت میں آئینہ ا کے خیال کے درمیان واقع ہوتی ہے۔ واضح ہے کہ ہم ا کے خیال کو نہ صرف ا کے نہایت ہی قریب لے جاسکتے ہیں بلکہ ا کے اندر سے بھی گزرا سکتے ہیں۔

جب مبدلے نور کافی وسیع ہوتا ہے تو کسی بیرونی مقام پر اس کی تنویر اس کے فاصلہ شکل یا وضع کے غیر تابع ہوتی ہے۔ پس ہم ا آئینوں ہی کو مبدلے نور تصور کر سکتے ہیں۔ ب ج دھ اور ب ج دھ آئینہ ا اور آئینہ ا کے خیال کے متناظر رہتے ہیں۔ ت اور ت ابھی ٹھیک متوازی نہیں کیے گئے ہیں۔ ان کے مابین ایک چھوٹا زاویہ ۲ فیصد (دیکھو شکل ۱۷)۔ ۲ ان رقبوں کے مابین د اور د کا درمیانی فاصلہ ہے اور ۲ ان ہی رقبوں کے مابین ب اور ب کا درمیانی فاصلہ ہے۔ ق ایک نقطہ ہے جو سطح ب ج دھ کے سامنے اس کے عمود دق پر کافی دور واقع ہے۔ ق ب ق ج اور ق ج دھ خطوط کھینچو۔ زاویہ باق د کو ضہ سے تعبیر کرو، \angle ج ق د کو ضہ سے اور ق د کو ضہ سے۔

چونکہ ب ج دھ ایک چھوٹا رقبہ ہے اور ق اس سے کافی دور



شکل ۲۸

زاویہ ضہ ایک چھوٹا زاویہ ہے اور $\angle BQC > \angle BQC$ تقریباً ضہ کے مساوی ہے۔ پس ب ق - ب ق یعنی ق کا ب اور ب سے تفاوت راہ
تہ $2 = \text{ٹ} + \text{جم ضہ تقریباً}$ (۱)

اور $2 = \text{ٹ} + \text{ج د مس} 2$

∴ $\text{ٹ} = \text{ٹ} + \text{ج د مس} 2 \text{ تقریباً} = \text{ل مس} 2$

جس میں $\text{ل} = \text{ق د}$

پس تفاوت راہ تہ $2 = (\text{ٹ} + \text{ل مس} 2) \text{ جم ضہ} \dots (2)$

لیکن جم ضہ $= \frac{\text{ق د}}{\text{ق ب}} = \frac{\text{باقی د} + \text{د ج} + \text{ج ب}}{\text{ق ب}} = \frac{\text{ٹ} + \text{ل مس} 2 + \text{مس} 2 + \text{مس} 2}{\text{ق ب}}$

∴ تہ $2 = \frac{\text{ٹ} + \text{ل مس} 2 + \text{مس} 2 + \text{مس} 2}{\text{ق ب}}$ (۳)

چونکہ آنکھ کی پستلی میں داخل ہونے والی شعاعیں ایک کافی چھوٹے راسخ مخروط کی سی ہوتی ہیں اس لیے تفاوت راہ تہ کافی چھوٹا ہو سکتا ہے اور جو ارتعاش ق تک پہنچتے ہیں ان کی بحیثیت مجموعی ایک معین ہیئت ہو سکتی ہے اور اس لیے یہ تداخل پیدا کرنے کے قابل ہوتے ہیں۔

۱ اور ۱ کے خیال سے ق کا وہ فاصلہ جہاں تداخلی بند واضح ترین ہوتے ہیں متذکرہ صدر استدلال کی رُو سے وہی فاصلہ ہے جس کے لیے تہ کی قیمت اقل ہے۔ تہ چونکہ دو غیر تابع متغایروں کے لحاظ سے بدلتا ہے اس لیے تہ کی اقل قیمت کے لیے $\frac{\text{فرقہ}}{\text{فرقہ}} = ۱۰$ اور $\frac{\text{فرقہ}}{\text{فرقہ}} =$ تفرقی عمل سے معلوم ہوگا کہ

پہلی شرط ط = ہے اور دوسری شرط ل = $\frac{\text{ٹب مس}}{\text{مس}} =$ ہے (۳)

آخرا ل ذکر شرط پر غور کرنے سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ اگر ٹ = ۰ یعنی ۱ اور ۱ کا خیال ایک دوسرے کو مس کرتے ہیں تو تداخلی بند ان کی سطح پر بنتے ہیں۔ اور اگر ٹ = ۰ یعنی آئینہ ۱ اور ۱ کے خیال باہمیگ متوازی ہیں تو تداخلی بند لامتناہی پر واقع ہوتے ہیں۔ جب ۱ اور ۱ خیال متوازی ہوتے ہیں یعنی ٹ = ۰ تو مساوات (۲) سے تہ = ۲ ٹب جم ضہ اور اگر نور کے عمودی وقوع کی صورت میں (یعنی ضہ = ۰) تفاوت راہ کو تہ سے تعبیر کیا جائے تو

تہ - تہ = ۲ ٹب (۱ - جم ضہ) = ۲ ٹب ۲ جب ۲ ضہ = ضہ ۲ تقریباً

پس طول موج کی رقموں میں $\frac{\text{تہ} - \text{تہ}}{\text{تہ}} = \frac{\text{ضہ} ۲}{\text{تہ}}$

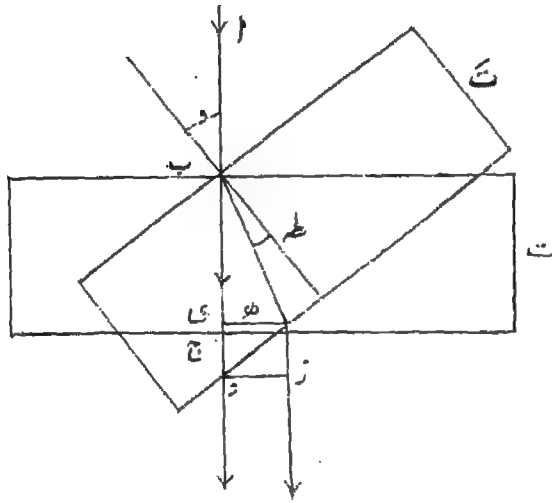
اور اگر $\frac{\text{تہ} - \text{تہ}}{\text{تہ}}$ ایک صحیح عدد نہ ہو تو ضہ = $\frac{\text{تہ} - \text{تہ}}{\text{تہ}}$ (۵)

چونکہ اس مساوات میں سمت کی کوئی رقم نہیں ہے اس لیے جو کیفیت خطا ہر کی جاتی ہے سمت کے غیر تابع ہے یعنی تداخلی بند دائرے ہیں اور مساوات (۵) ان دائروں کے زاویہ قطری تعیین ہوتی ہے۔

تداخلی پیمائش کے ذریعہ شفاف شے کے انعطاف

کی تعیین - جس شے کا انعطاف نما دریافت کرنا مقصود ہو اس کی دو تختیاں تراشی جاتی ہیں اور ان کی سطحیں مناظری طریقہ پر مستوی متوازی بنائی جاتی ہیں۔

ایک تختی آئینہ ۱ کے سامنے اور اس کے ٹھیک متوازی استادہ کی جاتی ہے اور دوسری آئینہ ۲ کے سامنے ایک چوکھٹے پر جو ایک چول اور ماسی سچ کے ساتھ پیمائے قائم کی جاتی ہے تاکہ انقباضی محور پر بتدریج گھمائی جاسکے۔ تختی کو اس طرح گھمانے سے نور کی پنسل کو تختی کی پہلے سے زیادہ موٹائی میں سے گزرنا پڑتا ہے۔ اس لیے مناظری راستہ کا طول بڑھ جاتا ہے۔ تختی کے چوکھٹے پر ایک آئینہ جما دینا چاہیے تاکہ دور بین اور ملی میٹری پیمانہ کے ذریعہ تختی کے گھومنے کا زاویہ معلوم ہو سکے۔



شکل ۲۹

شکل ۲۹ میں بتایا گیا ہے کہ تختی کی پہلی وضع جبکہ آئینہ ۱ کے متوازی تھی اور نور کی پنسل اس میں سے عمودوار اب ۱ کی سمت میں گزرتی تھی۔ تختی زاویہ و میں گھومنے کے بعد اس کی وضع ت سے تعبیر کی گئی ہے۔ اس وضع میں نور کی پنسل ب ۱ کی سمت میں منعطف ہو کر اب کے متوازی خارج ہو جاتی ہے۔ نور کا زاویہ و قع اب ۱ ہے۔ تختی کے گھومنے سے اگر ان بند میدان نظریں سے گزرتے ہوئے شمار ہوتے ہیں تو تختی کے اندر

نور کو زیادہ لمبا راستہ طے کرنے کی وجہ سے تفاوتِ راہ = n لہ جس میں n نور کا طول موج ہے۔
 پہلی وضع میں نور کا راستہ b سے مستوی زد تک بقدر b ج تختی کے واسطہ میں طے ہوتا تھا اور بقدر b د ہوا میں۔ یعنی مجموعی طول مرٹ + ج د تھا جس میں مر تختی کے واسطہ کا انعطاف نما ہے۔ دوسری وضع میں نور کا راستہ مر (ب ہ) + ہ ز ہے۔ پس تفاوتِ راہ

$$= \{ \text{مر (ب ہ) + ہ ز} \} - \{ \text{مرٹ + (ج د)} \} = n \text{ لہ}$$

لیکن (ب ہ) = $\frac{\text{ٹ}}{\text{جم ط}}$ جس میں ط زاویۂ انعطاف ہے۔

$$\text{ہ ز} = (\text{وز}) \text{ مس} \geq \text{ہ د ز} = (\text{د ز}) \text{ مس و} = (\text{ب ہ}) \text{ جب (و۔ ط) مس و}$$

$$= \frac{\text{ٹ جب (و۔ ط) مس و}}{\text{جم ط}} = \text{ٹ جب و (مس و۔ مس ط)}$$

$$\text{ج د} = \frac{\text{ٹ}}{\text{جم و}} - \frac{\text{ٹ (۱۔ جم و)}}{\text{جم و}}$$

$$\text{پس مرٹ} + \frac{\text{ٹ جب و (مس و۔ مس ط)}}{\text{جم ط}} - \left\{ \frac{\text{ٹ (۱۔ جم و)}}{\text{جم و}} + \text{مرٹ} \right\} = n \text{ لہ}$$

$$\therefore \frac{\text{مرٹ}}{\text{جم ط}} + \frac{\text{ٹ جب و}}{\text{جم و}} - \frac{\text{ٹ جب و جب ط}}{\text{جم ط}} - \text{مرٹ} - \frac{\text{ٹ}}{\text{جم و}} + \text{ٹ} = n \text{ لہ}$$

$$\therefore \text{ٹ} \left\{ \frac{\text{مر (۱۔ جب ط)}}{\text{جم ط}} - \frac{\text{جم و}}{\text{جم و}} - \text{مر} + ۱ \right\} = n \text{ لہ}$$

ٹ (مر جم ط۔ جم و۔ مر + ۱) = n لہ
 تجربہ سے ٹ، و اور n معلوم ہو جاتے ہیں جم ط کو ω کی رقموں میں لکھنا چاہیے۔

$$\text{چونکہ جم ط} = (۱۔ جب ط) \frac{1}{2} = (۱۔ \frac{\text{جم و}}{2}) \frac{1}{2} = \frac{1}{2} (\text{مر} - \text{جب ط}) \frac{1}{2}$$

$$\therefore \text{ٹ} \{ \text{مر} - \text{جب}^2 \} = \frac{1}{2} - \text{جم} - \text{و} - \text{مر} + 1 = \text{ن}^2$$

$$\therefore (\text{مر} - \text{جب}^2) = \left(\frac{\text{ن}^2}{2} + \text{جم} + \text{و} - \text{مر} - 1 \right)^2$$

مساوات کے بائیں جانب کے جملہ کو پھیلا کر مر کو جو مساوات کے دونوں جانب پایا جاتا ہے خارج کر کے تمام رقموں کو ۲ پر تقسیم کرنے سے

$$\text{مر} \left(\frac{\text{ن}^2}{2} + \text{جم} - 1 \right) = \frac{\text{ن}^2}{2} - (\text{جم} - 1) - \left(\frac{\text{ن}^2}{2} \right) - (\text{جم} - 1)$$

چونکہ مر ایک بہت ہی چھوٹی مقدار ہے اس لیے $\left(\frac{\text{ن}^2}{2} \right)$ کو نظر انداز کرنے سے

$$\text{مر} \left\{ \frac{\text{ن}^2}{2} - (\text{جم} - 1) \right\} = \frac{\text{ن}^2}{2} - (\text{جم} - 1) - \left(\frac{\text{ن}^2}{2} \right) - (\text{جم} - 1)$$

$$= \left(\frac{\text{ن}^2}{2} - 1 \right) (\text{جم} - 1)$$

$$\therefore \text{مر} = \frac{(\text{جم} - 1) \left(\frac{\text{ن}^2}{2} - 1 \right)}{\frac{\text{ن}^2}{2} - (\text{جم} - 1)}$$

تیسرا باب

انکسار نور

جب نور کی موجیں کسی سیدراہ جسم کے کنارہ پر سے مڑ کر سایہ کی فضا میں داخل ہوتی ہیں اور سایہ سے آگے کی فضا میں باہمی تداخل سے اعظم و اقل تیزی بند پیدا کرتی ہیں تو ان مظاہر کو انکسار نور سے منسوب کیا جاتا ہے۔ سب سے پہلے فرینیئل (Fresnel) نے ہو یگلن کے نا صیہ موج کے نظریہ اور ریاضی کی مدد سے انکسار نور کے اکثر مظاہر کی تشفی بخش توجیہ کی۔ اس سے پہلے ینگ (Young) نے ان کے متعلق رائے قائم کی تھی کہ یہ مظاہر سیدراہ جسم کے سامنے سے بلاروک آنے والی موجوں اور جسم کے کنارہ پر سے منعکس ہونے والی موجوں کے تداخل سے پیدا ہوتے ہیں۔ اگرچہ سومر فلڈ (Sommerfeld) نے اس خیال سے بعد کو اتفاق کر کے اعلیٰ ریاضی کے ذریعہ انکسار نور کے مشاہدات کی نظریہ کے ساتھ تطبیق کی لیکن ینگ کے پیش کردہ نظریہ میں تفصیلی فروگزاشتیں اور خامیاں تھیں جن کی وجہ سے وہ کامیاب نہ ہو سکا۔ ہم پہلے فرینیئل کے نظریہ کے ذریعہ ان مظاہر کی سرسری توجیہ کریں گے اس کے بعد زیادہ راسخ طریقے اختیار کر کے صحیح ترتیب اختیار کریں گے۔

انکسار نور کے مظاہر کی دو قسموں میں تقسیم کی جاتی ہے۔ جو انکساری بند مبدائے نور اور پردہ کو انکسار انگیز کنارے سے محدود فاصلہ پر ترتیب دے کر

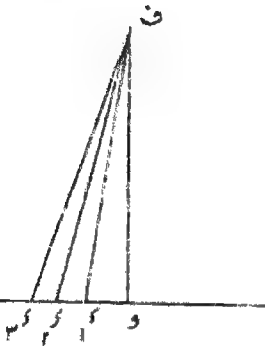
پیدا کیے جاتے ہیں فریڈیل سے منسوب بند کہلاتے ہیں۔ مثلاً اگر کسی پتلے دھاتی پرت میں باریک سوئی سے سوراخ کر کے سوراخ پر عدسہ کے ذریعہ آفتاب کی شعاعیں مرکوز کی جائیں اور اس منفذ سے نکلنے والی نور کی موجوں کو ایک تاریک کمرے میں پھیل کر دو تین میٹر فاصلہ پر رکھے ہوئے ایک وسیع سفید پردے سے ٹکرائے دیا جائے۔ اور پردے اور منفذ کے بیچ میں ایک غیر شفاف قرص لٹکا یا جائے تو قرص کے کنارے نہ صرف منور نظر آئیں گے بلکہ ان کے ارد گرد خوبصورت رنگین حلقے بھی مشاہدہ ہونگے۔ اگر ان موجوں کے رستے میں ہوا کے اندر تھوڑا سا لائیٹ کو پو ڈیم کا غبار چھڑک دیا جائے تو سردرہ کے سایہ کے گرد خوش رنگ حلقے دکھائی دینگے۔ جن کی وجہ سے اس تاریک کمرے میں ایک بہت دلچسپ کیفیت پیدا ہوگی۔

اگر مبداء اور پردہ لامتناہی پر واقع ہوں تو انکسار نور کی تحقیق میں ریاضی کی دقیقیت بہت کم ہو جاتی ہیں۔ اس کے لیے منفذ سے نکلنے والی موجوں کو ایک محدب عدسہ کے ذریعہ متوازی بنا کر ایک دوسرا محدب عدسہ استعمال کر کے ان موجوں کو پردہ پر مرکوز کر سکتے ہیں۔ ایسی صورت میں حامل جسم کو متوازی شعاعوں کے رستہ میں یعنی دونوں عدسوں کے مابین لیکن آخر الذکر عدسہ کے بہت قریب رکھنا پڑیگا۔ جو انکساری بند ان حالات کے تحت پیدا ہوتے ہیں فراؤن ہوائے منسوب بند کہلاتے ہیں۔ سیدھا کنارے سے نور کا انکسار (ابتدائی نظریہ)۔ اس کے لیے منور بھری کی ضرورت ہوتی ہے اور بھری سے نکلنے والی پٹیل کا نامیہ موج اسطوائی ہوتا ہے جس پر ہم ایسے نامیہ موج کے نصف دائری منطوقوں کے لیے ضابطے حاصل کرینگے اور دیکھینگے کہ کسی مقام پر ان کا مجموعی اثر کیا ہوتا ہے۔

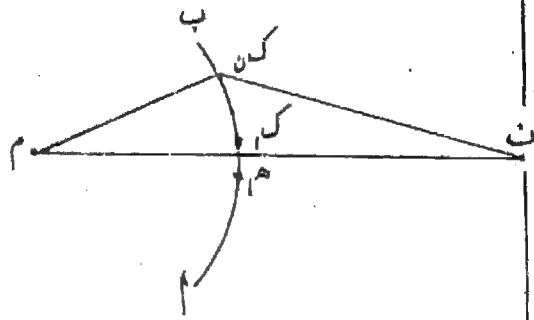
شکل نمبر ۳ میں فرض کر دوں کہ کاغذ کے مستوی کے علی القوائم ایک لمبی منور بھری ہے جس سے اسطوائی موجیں نکلتی ہیں۔ ا ب ایک ایسا اسطوائی نامیہ موج ہے ہم معلوم کرنا چاہتے ہیں کہ اس کا اثر نقطہ ف پر کیا ہوگا۔ م ف کو ملاؤ اور اس کو ا ب سے نقطہ د پر منقطع ہونے دو۔ اسطوائی سطح کا نصف قطر فرض کر دو ا ہے اور م ف = ب۔ ف کو مرکز مان کر ب + ۱/۲ لہ، ب + لہ، ب + ۳/۲ لہ وغیرہ نصف قطر کی دائری قوسیں کھینچو جو ا ب کو ک، گ، ہ، وغیرہ نقطوں میں قطع کریں۔

فرض کرو ف کن = ب + $\frac{ن}{۲}$ ل -

تب (ف کن) ۲ = (م کن) ۲ + (م ف) ۲ - (م کن) (م ف) جم ط ہے
جس میں ط = زاویہ کن م ف



شکل ۳



شکل ۲

پس (ب + $\frac{ن}{۲}$ ل) ۲ = ۱ + (ب + ۱) ۲ - ۲ (ب + ۱) ب جم ط
ان تجربوں میں چونکہ ط عموماً چھوٹا زاویہ ہوتا ہے اس لیے جم ط = ۱ - $\frac{۱}{۲}$ ط تقریباً
اور ن ل کو بمقابل دوسری مقداروں کے ناقابل لحاظ تصور کر سکتے ہیں۔
∴ ب ۲ + ب ن ل = ۲ + ۱ ب ۲ + ب ۲ - ۲ (ب + ۱) ب (۱ - $\frac{۱}{۲}$ ط)

$$\sqrt{\frac{ن ب ل}{(ب + ۱) ۱}} = ۱ (ب + ۱) ط اور ط =$$

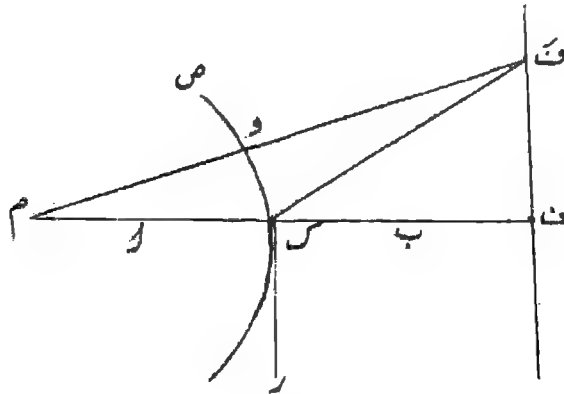
اس لیے وک، ک، ک، ک، وغیرہ قوسوں کے طول ۱ - ۳۶، ۱ - ۳۶، ۱ - ۳۶،
یعنی ۱، ۴، ۹، ۱۶، ۲۵، ۳۶، کی نسبت سے پہلے پہلے سرعت کے ساتھ اور بعد کو
آہستہ آہستہ گھٹتے جاتے ہیں۔

اگر ک، ک، ک، کن نقطوں میں سے جھری یا اسطوانہ کے محور کے متوازی
خطوط مستقیم کھینچے جائیں تو ان سے اسطوانی ناصیہ منحنی کی پٹیوں میں یا دھاریوں میں
تقسیم ہوگی۔ ہر ایسی پٹی کے مختلف حصے نقطہ ف سے مختلف فاصلوں پر واقع

ہونگے۔ شکل ۳۱ میں اسطوانی کی ایک تراش بتائی گئی ہے جو اس کے محور اور نقطہ ف میں سے گزرنے والے مستوی سے بنتی ہے۔ ف م، ف م، ف م، ف م..... علی الترتیب ب + پ، لہ، ب + لہ، ب + پ، لہ..... طول کے خطوط ہیں جو اسطوانہ کی پہلی پٹی یا دھاری کو نصف دوری منطوقوں میں تقسیم کرتے ہیں۔ دوسری دھاریوں کے ساتھ بھی ایسا ہی عمل متصور ہو سکتا ہے۔ غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ ان نصف دوری منطوقوں کا رقبہ ابتداء بہت سرعت کے ساتھ اور پھر آہستہ آہستہ گھٹتا ہے۔ اور ہر پٹی یا دھاری کا مجموعی اثر صرف ابتدائی چند منطوقوں کے اثر کا نتیجہ ہوتا ہے اور اس اثر کی علامت (+ یا -) اس کے پہلے نصف دوری منطقہ کی علامت ہوتی ہے۔

پس نقطہ ف پر ان تمام پٹیوں کا اثر ایک سلسلہ کی شکل میں ظاہر کیا جاسکتا ہے جس کی طاق اور جفت رقموں کی علامتیں باہد یکہ متضاد ہوتی ہیں اور جن کی مقداریں ابتداء سرعت کے ساتھ لیکن بعد کو آہستہ آہستہ گھٹتی ہیں۔ مجموعی اثر سلسلہ کی صرف چند ابتدائی رقموں ہی کا نتیجہ ہوتا ہے اس لیے کہ بعد کو آنے والی رقموں کا اثر ایک دوسرے کو تلف کر دیتا ہے۔

اب شکل ۳۲ میں فرض کرو کہ م پیر کا غلہ کے علی القوائم ایک منور رنگ جھری واقع ہے۔ ک ر ایک پٹی دھاتی پرت ہے جس کا سیدھا کنارہ ک جھری کے



شکل ۳۲

متوازی ہے اور ف و ف ایک سفید پردہ ہے جس میں ف خط م ک پر واقع ہے اور پرت کے ہندسی سایہ کے کنارہ کو تعبیر کرتا ہے۔ ہندسی مناظر کے قواعد کی رو سے پردہ کے پرت کے پیچھے کا حصہ بالکل تاریک ہونا چاہیے اور اس کا باقی حصہ ف و ف یکساں سنور ہونا چاہیے۔ لیکن ہم دیکھتے ہیں کہ ایسا نہیں ہوتا ہے۔ ف پردہ پر کوئی ایک نقطہ ہے۔

ک و ص اسطوائی ناصیہ موج ہے۔ م ک = و اور ف ک = ب فرض کرو ف و ف = لا۔ ہم معلوم کرنا چاہتے ہیں کہ ف پر ناصیہ موج کی تنویر کا مجموعی اثر کیا ہے۔ م ف ناصیہ موج کو نقطہ و میں قطع کرتا ہے۔ ف مرکز اور نصف قطر ف و + پ لہ ف و + ل ف و + پ لہ وغیرہ ان کر ناصیہ موج پر نشان کرو اور ان نشانوں میں سے اسطوائی سطح پر اس کے محور کے متوازی خطوط کھینچو۔ اس طرح اسطوائی ناصیہ موج بیضیوں کے ایک سلسلہ میں منقسم ہو جائیگا۔ و کی جانب ناصیہ موج کے نصف دوری منطقتوں کا سلسلہ مکمل ہوگا اور اس لیے ناصیہ موج کے اس حصہ سے نقطہ ف پر تنویری ارتعاشوں کا حامل محیطہ کامل موج کے ارتعاش کے محیطہ کا نصف ہوگا۔ و کی جانب ناصیہ موج کے نصف دوری منطقتوں کا سلسلہ حامل پرت ک و کی وجہ سے نامکمل ہوگا۔ اگر ف ایسے مقام پر واقع ہو کہ و ک صرف ایک نصف دوری منطقہ پر مشتمل ہے تو ف پر و ک سے حاصل شدہ تنویری ارتعاش کا محیطہ اعظم ہوگا۔ اگر و ک پہلے دو نصف دوری منطقتوں پر مشتمل ہو تو ان منطقتوں کے ارتعاش ایک دوسرے کو تقریباً تلف کر دیں گے۔ پس ایسی صورت میں و ک سے حاصل شدہ ارتعاش کا محیطہ اقل ہوگا۔ اسی طرح اگر و ک تین منطقتوں پر مشتمل ہے تو ف پر محیطہ ارتعاش دوبارہ اعظم ہوگا لیکن سابقہ محیطہ سے کمتر۔ اختصار اگر و ک پر منطقتوں کی تعداد طاق عدد ہے تو ف پر محیطہ ارتعاش اعظم ہے۔ اور اگر ان کی تعداد جفت عدد ہے تو محیطہ ارتعاش اقل ہے۔

یہ مان کر کہ ف و ف ف و ف یعنی لا بمقابل ب چھوٹا ہے

$$ف ک = \sqrt{ب^2 + لا^2} = ب \left(1 + \frac{لا^2}{ب^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{r_1}{b} + b = \left(\frac{r_1}{b} + 1 \right) b =$$

$$\frac{r_1}{(b+1)^2} + b + 1 = \sqrt{r_1 + r_1(b+1)^2} =$$

$$\frac{r_1}{(b+1)^2} + b =$$

نقطہ ف پر محیط ارتعاش اقل ہونے کے لیے ف ک۔ ف و = ن ل
جس میں ن کوئی سا ایک صحیح عدد ہے۔

$$\text{یعنی } (b + \frac{r_1}{b}) - (b + \frac{r_1}{(b+1)^2}) = n$$

$$\frac{r_1}{b} - \frac{r_1}{(b+1)^2} = n$$

$$\frac{r_1(b - (b+1)^2)}{b^2(b+1)^2} = n$$

اسی طرح ف پر محیط اعظم ہونے کے لیے

$$\frac{r_1(b - (b+1)^2)}{b^2(b+1)^2} = n$$

اس سے ظاہر ہے کہ پردہ پر جسے جسے نقطہ ف کا فاصلہ ف سے آگے کو بڑھتا جاتا ہے اس پر علی الترتیب تنویر اعظم اور اقل ہوتی جاتی ہے۔ پس ہندی سایہ سے آگے کو پردہ پر نسبتاً روشن اور تاریک بند حاصل کنارہ کے متوازی پیدا ہوتے ہیں۔ مندرجہ بالا ضابطہ نقش تقریبی ہیں اس لیے کہ ابتدائی چند نصف دوری منطوقوں کا تنویری اثر مساوی نہیں ہے۔ عین نقطہ ف پر جو ہندی سایہ کا مقام ہے تنویر کی قدرت ف سے آگے کو بہت دور ہے ہونے مقام کی قدرت کی جو تھائی ہے اس لیے کہ یہاں صرف نصف ناہیہ موج کی تنویر مل کر رہی ہے جس کا حاصل مجموعی محیط $\frac{1}{2}$ ہے۔ نقطہ ف جیسا جیسا ہندی سایہ کے اندر واقع ہوتا ہے اس پر تنویر مسلسل

اور بتدریج گھٹتی جاتی ہے اس لیے کہ وہ حائل کنارہ کے پیچھے آ جاتا ہے اور وٹ پر اب نصف ناصیہ موج سے کمتر حصہ کا تنویری اثر عمل کرتا ہے۔ تنویری دور پر یہ اثر گھٹ کر صفر ہو جاتا ہے۔ اور اس لیے حقیقی سایہ اس مقام سے شروع ہوتا ہے۔ سیدھے کنارے سے انکسار نور کے متعلق فرینیل کا نظریہ۔ شکل ۳۳ میں مثل سابق م مبداء اور ک ر حائل سیدھا کنارہ ہے۔ دیگر حدود بھی وہی ہیں جو شکل ۳۲ میں دیے گئے ہیں وٹ سے ایک خط مستقیم و ق کھینچا گیا ہے جو اسطوان ناصیہ موج سے نقطہ ق پر ملتا ہے۔

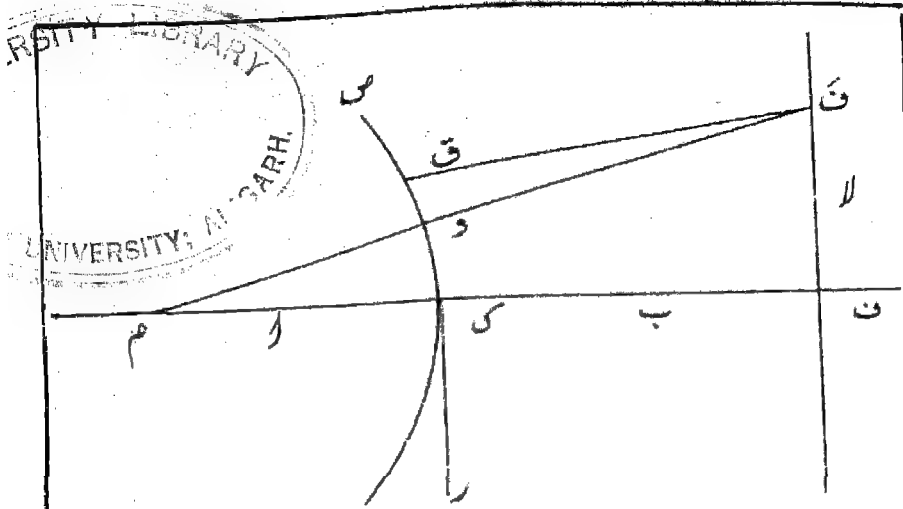
فرض کرو قوسی طول وق = س اور وٹ = ج چونکہ ق نقطہ و سے ذرا ہٹا ہوا ہے اس لیے و ق اس فاصلہ ج سے صرف ذرا ہی بڑا ہے فرض کرو و ق = ج + ضہ
س کو چھوٹا مان کر ہم وق کو خط و ق کے علی القوائم تصور کر سکتے ہیں۔
اس لیے (و ق) = (وٹ) + (وق) یعنی (ج + ضہ) = س + ج
چونکہ ضہ ایک چھوٹی مقدار ہے اس لیے مساوات مندرجہ بالا میں ضہ ناقابل لحاظ مقدار سمجھی جاسکتی ہے۔

$$\text{پس ضہ} = \frac{\text{س}}{\text{ج}} \text{ تقریباً}$$

ہو لیکن کے اصول کے بموجب ناصیہ موج کے ہر نقطہ سے نقطہ وٹ پر ثانوی موجیں آتی ہیں۔ ان نقطوں کا ارتعاش جب $\frac{\pi}{2}$ و کے تناسب ہے جس میں و = وقت اور و = ارتعاش کا وقت دور ان۔ نقطہ ق کے پاس سے بھری کے متوازی فرس چوڑائی کی ناصیہ موج کی ایک پٹی سے نکل کر وٹ پر جرمون پہنچتی ہے اس کا ارتعاش

$$\text{جب } \frac{\pi}{2} \left(\frac{و}{و} - \frac{\text{ج} + \text{ضہ}}{\text{و}} \right) \text{ فرس کے تناسب ہے۔}$$

جس میں و طول موج ہے۔ یہ ارتعاش حقیقت میں فاصلہ و ق کے بالعکس تناسب



شکل ۳۲

ہونا چاہیے (اس لیے کہ موج کی توانائی حیطہ ارتعاش کے مربع کے متناسب ہے اور موج جب پھیلتی ہے تو اس کی توانائی فاصلہ کے مربع کے بالعکس بدلتی ہے)۔ لیکن فرینیل نے فرض کیا کہ 'ق' پر صرف ان موجوں کا اثر محسوس ہوتا ہے جو نقطہ 'و' کے قریب واقع ہیں۔ پس ایسی موجوں کے لیے فاصلہ 'ق' تقریباً مستقل تصور کیا جاسکتا ہے۔ دوسری چیزوں کا اثر لمبائے بعد نظر انداز کر دیا جاسکتا ہے۔ نتیجہ پر غور کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ مفروضہ جائز ہے۔

اگر $و = س$ اور $و = س$ تو نقطہ 'ق' پر پوری ناصیہ موج کا حاصل مجموعی ارتعاش تکملہ

$$س = س \left(\frac{و}{و} - \frac{ج + ضہ}{ل} \right) \pi \text{ جب } س \text{ سے تعبیر ہوگا۔}$$

اس جملہ میں صرف ضہ ہی ایسی مقدار ہے جو متغیرس کے تابع ہے۔ پس جملہ کو پھیلا کر شکل

$$\text{جب } \left\{ \pi_2 - \left(\frac{c}{d} - \frac{u}{v} \right) \pi_2 \right\} \text{ فرس}$$

$$= \text{جب } \pi_2 \left(\frac{c}{d} - \frac{u}{v} \right) \text{ جم } \pi_2 \text{ فرس} - \text{جم } \pi_2 \left(\frac{c}{d} - \frac{u}{v} \right) \text{ جب } \pi_2 \text{ فرس}$$
 لکھ سکتے ہیں۔ اور یہ ص جب $\left\{ \pi_2 - \left(\frac{c}{d} - \frac{u}{v} \right) \pi_2 \right\}$ کے مساوی ہے

جس میں ص جم ط = $\pi_2 \text{ فرس}$ اور ص جب ط = $\pi_2 \text{ جب فرس}$

پس نقطہ ف پر حاصل ارتعاش کی حدت

$$\left(\pi_2 \text{ جم } \frac{\pi_2}{\text{فرس}} \right) + \left(\pi_2 \text{ جب } \frac{\pi_2}{\text{فرس}} \right)$$

کے تناسب ہے۔

اوپر بتایا گیا ہے کہ ضہ = $\frac{u}{v}$ تقریباً۔ اب غ ایک ایسا متغیر اختیار کیا جائے کہ

$$s = \frac{1}{2} \left(\frac{c}{d} - \frac{u}{v} \right) \text{ غ}$$

تب $\frac{\pi_2}{\text{فرس}} = \frac{\pi_2 \text{ غ}}{2} \text{ اور فرس} = \frac{1}{2} \left(\frac{c}{d} - \frac{u}{v} \right) \text{ فرغ}$

فرض کرو کہ جب س = س تو غ = غ، جب س = س تو غ = $\frac{1}{2} \left(\frac{c}{d} - \frac{u}{v} \right)$

یہاں س محدود ہے اور لہ ایک بہت چھوٹی مقدار ہے اس لیے تکمل کی

اوپر والی حد کے نناظر غ کی قیمت بہت بڑی ہے اور $\infty +$ کے مساوی

لکھی جاسکتی ہے۔ پس اس نئے متغیر غ کی ریموں میں ف کے پاس

ارتعاش کی حدت $\left(\pi_2 \text{ جم } \frac{\pi_2 \text{ غ}}{2} \right) + \left(\pi_2 \text{ جب } \frac{\pi_2 \text{ غ}}{2} \right)$ کے تناسب ہے۔

قوسین کے درمیان جو پھٹتے لکھے گئے ہیں فرینیل کے نچلے کہلاتے ہیں۔ اور ان کو
فٹنٹ ریاضی دانوں نے مثلاً خود فرینیل (Fresnel) ، نوخنہاوس
(Knochenhauer) ، کوشی (Cauchy) اور گیلبرٹ (Gilbert) نے
صفر اور دیگر بالائی حدود کے درمیان سلسلوں کی شکل میں محسوب کر کے جدوہوں میں
شائع کیا ہے۔

بالائی حد میں جیسے بلند تر ہوتی جاتی ہے ان تکملوں کی قیمتیں بالترتیب اعظم
اور اقل صورتیں اختیار کرتی ہوئی بالآخر انتہائی قیمت $\frac{1}{2}$ پر جا کر ٹھہرتی ہیں۔ اس لیے کہ

$$\text{کجم م لا فرلا} = \text{ک جب م لا فرلا} = \frac{\pi}{2} \text{ م پس}$$

$$\text{کجم م لا فرلا} = \frac{\pi}{2} \text{ غ فرغ} = \text{ک جب م لا فرلا} = \frac{\pi}{2} \text{ غ فرغ}$$

ہم ان جدوہوں کی مدد سے نقطہ ف پر کی تصویر کی حدت محسوب کر سکتے ہیں۔ لیکن
کورنو (Cornu) نے ایک دلچسپ ترسیبی طریقہ سے اس مسئلہ کو آسان
بنا دیا ہے۔ ہم یہ طریقہ بیان کرنا چاہتے ہیں۔ کورنو کے مرغلہ (Cornu's spiral)
کے ذریعہ انکسار نور کے مسائل کا حل۔

کورنو کے مرغلہ کی تعریف مندرجہ ذیل کارٹیسی حدودوں سے کی جاتی ہے۔

$$\text{لا} = \text{کجم م لا فرلا} = \frac{\pi}{2} \text{ غ فرغ} = \text{ک جب م لا فرلا} = \frac{\pi}{2} \text{ غ فرغ}$$

یہ منحنی مبدا میں سے گزرتا ہے اس لیے کہ جب غ = ۰، تو لا = ۰ اور ما = ۰۔
غ کی علامت تبدیل کرنے سے لا اور ما کی قیمتیں نہیں بدلتی ہیں صرف ان کی
علامت بدلتی ہے۔ اس لیے منحنی مبدا کے لحاظ سے متشاکل ہے۔
منحنی کے کسی نقطہ (لا، ما) پر کا خط ماس اگر لا کے محور کے ساتھ
زاویہ یہ بنائے تو

$$\text{مس پ} = \frac{\text{فرلا}}{\text{مس}} = \frac{\pi}{2} \text{ غ فرغ} \text{ اس لیے کہ}$$

فرما = جب $\frac{2\pi}{\lambda} \times$ فرغ اور فرلا = جم $\frac{\pi}{\lambda}$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = \text{پہ}$$

مبداء پر جہاں غ = ۰۔ پہ = ۰۔ یعنی منحنی یہاں محور لا کو مس کرتا ہے۔
 جہاں غ = ۱ وہاں منحنی محور لا کے متوازی ہے۔ جہاں غ = ۲ وہاں
 محور لا کے متوازی۔ اسی طرح جہاں غ = ۳، ۴، ۵، ۶ وغیرہ وہاں منحنی
 محور لا کے متوازی ہے اور جہاں غ = ۴، ۶، ۸ وغیرہ وہاں محور لا کے
 متوازی۔

$$\text{اس کا نصف قطر انحناء} = \frac{\text{فرس}}{\text{فر پہ}} = \frac{1}{\frac{2\pi}{\lambda}}$$

$$\text{چونکہ فرس} = \left\{ 1 + \left(\frac{\text{فر لا}}{\lambda} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \text{ فر لا} = (1 + \text{مس}^2 \frac{2\pi}{\lambda})^{\frac{1}{2}} \text{ جم} \frac{2\pi}{\lambda} \text{ فرغ}$$

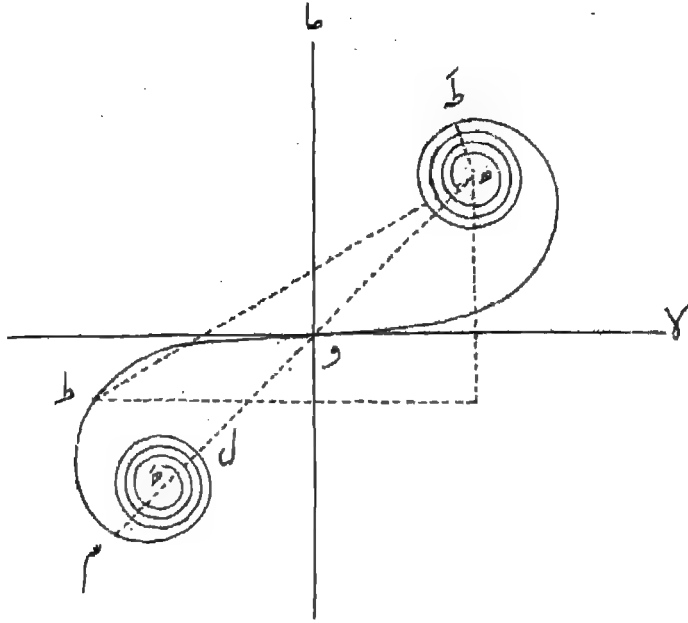
$$= \text{قطر} \frac{2\pi}{\lambda} \text{ جم} \frac{2\pi}{\lambda} \text{ فرغ} = \text{فرغ}$$

اس لیے س = غ اور چونکہ پہ = $\frac{2\pi}{\lambda}$ لہذا پہ = $\frac{2\pi}{\lambda} \times$ منحنی کی
 ذاتی مساوات ہے۔ منحنی کے نصف قطر انحناء کے ضابطہ سے $\frac{1}{\frac{2\pi}{\lambda}}$ سے
 ظاہر ہے کہ مبداء کے پاس اس کا نصف قطر ∞ ہے اور وہاں اس کا
 نقطہ عطف بھی واقع ہے جیسے جیسے غ یا س کی قیمت بڑھتی ہے ویسے ہی
 اس کا نصف قطر انحناء گھٹتا جاتا ہے اور بالآخر منحنی پیچ کھاتے کھاتے
 دو متقارب نقطوں تک اور نہ پر ختم ہوتا ہے۔ جہاں غ کی قیمت ∞
 اور ∞ ہوتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۲۲۔

(۱) سیدھے کنارے سے نور کا انکسار۔

شکل ۲۳ میں نقطہ ف ہندی سایہ کے باہر لیا گیا ہے۔ اس مقام پر

نور کی حدت معلوم کرنے کے لیے نقطہ و سے مرغولہ کے نیچے والے حصہ کی جانب



شکل ۳۲

مرغولہ کا طول و ط ناپو (دیکھو شکل ۳۲)۔

تب و ط = - غ ذرا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ (طھ) نقطہ و ت پر کے نور کی حدت کو تعبیر کرتا ہے۔ جس میں ہ مرغولہ کا بالائی متقاربہ نقطہ ہے۔ اس لیے کہ اگر ط میں سے محور و ل کے متوازی ایک خط کھینچیں اور ہ میں سے محور و ہا کے متوازی ایک خط، اور یہ دونوں خطوط نقطہ ح پر منقطع ہوں تو

$$\text{ط ح} = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{y^2}{4}}} \text{ غ} = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{y^2}{4}}} \text{ غ} = \text{ح ہ} \text{ اور } \text{ح ہ} = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{y^2}{4}}} \text{ غ}$$

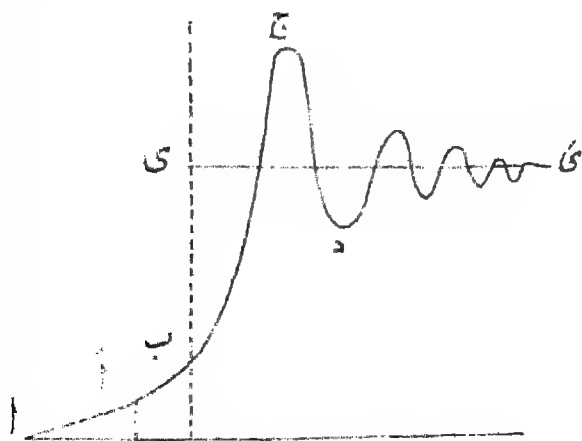
$$\text{اور } (\text{ط ہ}) = (\text{ط ح}) + (\text{ح ہ})$$

اگر نقطہ و ت (شکل ۳۲) ہندسی سایہ کے خوب اندر واقع ہے تو اس کے یہ معنی ہوں گے کہ سرغ = $\infty +$ یعنی مرغولہ پر (شکل ۳۲) نقطہ ط نقطہ ہ سے منطبق ہوتا ہے۔

پس یہاں نور کی حدت صفر ہے۔

اب ف جیسے جیسے نقطہ ف یعنی ہندسی سایہ کے شروع ہونے کے مقام سے
نزدیک تر ہوتا ہے مرغولہ پر ط نقطہ ہ سے ہٹ کر نقطہ د کے قریب تر ہوتا جاتا ہے
اس لیے (ط ہ) جوت پر نور کی مدت کو تعبیر کرتا ہے مسلسل بتدریج بڑھتا
جاتا ہے۔ جب ط مرغولہ کے نقطہ م سے منطبق ہوتا ہے جو ہ سے مرغولہ کا
بعید ترین نقطہ ہے تو وہاں حیطہ ارتعاش (ط م) اعظم ہوگا۔ ط اگر بڑھتے بڑھتے
نقطہ ل سے منطبق ہو جو مرغولہ کے زیرین لچھے پر کا ہ اسے قریب ترین مقام
ہے تو یہاں حیطہ ارتعاش ہ ل سایہ کے باہر کی فضا میں اقل ہوگا۔ ف
اگر اسی طرح پر وہ پر ہندسی سایہ سے دور ہشتا چلا جائے تو نقطہ ط مرغولہ کے
زیرین لچھے کے چکروں میں داخل ہوتا جائیگا اور اس لیے حیطہ ارتعاش باری باری
سے اعظم و اقل ہوتا جائیگا۔ یہاں تک کہ جب ف پر وہ پر کافی دور واقع
ہوتا ہے تو نقطہ ط مرغولہ کے زیرین متقارب نقطہ ہ سے منطبق ہوتا ہے اور
وہاں نور کا حیطہ ارتعاش ہ ہ ہوتا ہے جو یعنی عین ہندسی سایہ کے آغاز
ہونے کے مقام پر کے حیطہ ہ و کا ٹھیک دو چند ہے۔

پڑنے کے مقام پر لے حیطہ ۵ و کا ٹھیک دو چاند ہے۔
 پر وہ کے مختلف مقاموں پر کی نور کی مدت شکل ۲۵ میں ایک ترسیم
 ذریعہ بتائی گئی ہے۔



پردہ کا نقطہ جب
پسند سی سایہ کے خوب اندر
واقع ہوتا ہے تو کوئی
کے سر غول پر کا نقطہ
(شکل ۱۲) اس کیفیت کے
تصویر کرتا ہے اور عدت
کے متغییری یعنی شکل (۱۳)
میں اس کی ترجمانی
نقطہ ا سے ہوتی ہے۔

نقل ۲۵

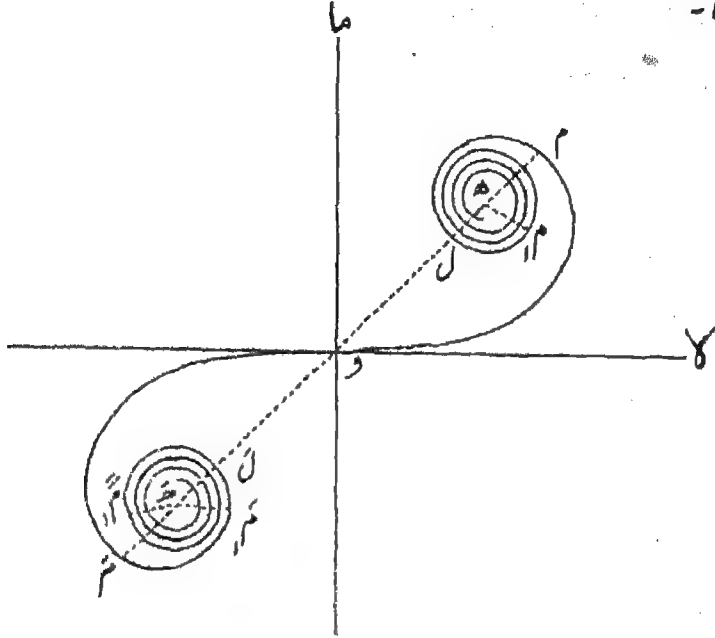
جب ف مرغولہ کے نقطہ ط سے منطبق ہوتا ہے تو شکل ۳۵ میں نقطہ آ اس کا متناظر ہوتا ہے۔ اسی طرح ف جب عین ہندسی سایہ کے شروع ہونے کے مقام ف پر (شکل ۳۴) ہوتا ہے تو مرغولہ پر کا نقطہ و اس کیفیت کو تعبیر کرتا ہے اور شکل ۳۵ میں اس کی ترجمانی نقطہ ب سے ہوتی ہے۔ ایسا ہی مرغولہ پر کے نقطے م اور ل حدت کے معنی یعنی شکل ۳۵ کے نقطوں ج اور د کے متناظر ہیں۔ واضح ہو کہ اس معنی کے اوج و حقیض کے نقطے مقطوعوں کے محور کے متوازی خطی ہی سے بہت صلب قریب تر ہوتے جاتے ہیں۔ حتیٰ کہ بالآخر حدت کا معنی اس خط سے منطبق ہو جاتا ہے۔ مقطوعوں کے محور سے ی ی کا فاصلہ ب کے فاصلہ کا چار چند ہے۔ نقطہ ی مرغولہ پر کے نقطہ ہ کا متناظر ہے۔

(ب) تنگ مستطیل سہوہ یا شگاف سے نور کا انکسار۔

چونکہ مرغولہ کا جزو قوس نور کے ناصیہ موج کے متناظر جزو کے حاصل حیثہ کو تعبیر کرتا ہے اس لیے مرغولہ کی اس پوری قوس کا طول جو سہوہ سے آنے والے ناصیہ موج کو تعبیر کرتا ہے سہوہ کی چوڑائی کے راست متنااسب ہے۔ پس پردہ پر کے کسی نقطہ پر کا حیثہ تنزیہ مرغولہ کے ایک ایسے مستقل قوسی طول کے سروں کو ملانے والے دتر کی لمبائی کے متنااسب ہوگا جو سہوہ کی چوڑائی کے متنااسب ہے۔ نقطہ جب ہندسی سایہ کے اندر ہو تو مرغولہ کی قوس کا وہ حصہ جو اس نقطہ پر کی تنزیہ محسوب کرنے کے لیے استعمال ہوگا مرغولہ کے وسطی نقطہ و میں سے گزرے گا اور مرغولہ کے دونوں نصف حصوں پر واقع ہوگا۔ واضح ہے کہ تمام صورتوں میں پردہ کے مختلف مقامات پر عموماً حدت نور کی کسی بیشی ہوگی۔ دیکھو شکل ۳۶۔

اگر سہوہ بہت تنگ ہو تو مرغولہ کا متناظر قوسی طول چھوٹا ہوگا اور اس لیے ہندسی سایہ کے اندر دور تک حدت تنزیہ تقریباً مستقل اور سہوہ کی چوڑائی کے مربع کے متنااسب ہوگی۔ اس لیے کہ اس صورت میں مرغولہ کی قوس اس کے دتر سے قریب منطبق ہوگی۔ اگر پردہ کے سہوہ کے عین سامنے کا کوئی نقطہ سہوہ سے اتنی دور واقع ہو

نقطہ مذکور کے لیے سپوہ کی چوڑائی پہلے نصف دوری منطقہ کے برابر ہے تو وہاں تنویر عظم ہوگی۔



شکل ۳۶

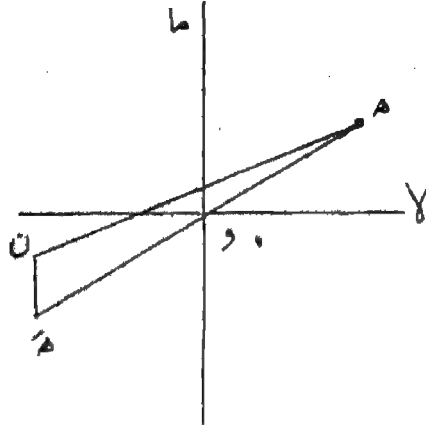
اب اگر سپوہ اتنا بڑا کر دیا جائے کہ اس کی چوڑائی پردہ کے نقطہ زیر بحث کے لیے پہلے دو نصف دوری منطقوں کے برابر ہے تو ایسی صورت میں نقطہ پر تنویر اقل ہوگی۔ شکل ۳۶ پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ پہلی صورت میں مرغولہ کا قوسی طول M و M' عامل تھا اس لیے خط مستقیم M و M' حیطہ تنویر کو تعبیر کرتا تھا۔ سپوہ کو چوڑا کرنے سے مرغولہ کا قوسی طول L و L' عامل ہوتا ہے اور اس لیے حیطہ تنویر کی اب خط مستقیم L و L' سے تعبیر ہوتی ہے۔

(ج) غیر شفاف باریک تار سے نور کا انکسار۔

غیر شفاف باریک تار کا انکسار تنگ سپوہ کے انکسار کا جواب ہے۔ نقطہ ف جب ہندی سایہ کے اندر ہوتا ہے تو شکل ۳۶ میں وتر M تار کے

ایک بازو سے گزرنے والے حصہ ناصبیہ موج کے اثر کو تعبیر کرتا ہے۔ m مرغولہ کے بالائی بیچوں میں سے کسی ایک بیچ پر واقع ہے۔ وتر h m ناصبیہ موج کے اس حصہ کے اثر کو تعبیر کرتا ہے جو تار کے دوسرے بازو سے گزرتا ہے۔ m مرغولہ کے زمرین بیچوں میں سے ایک بیچ پر ایسے مقام پر واقع ہے کہ قوسی طول m تار کی موٹائی کے متناسب ہے۔ اگر تار کی موٹائی پر وہ پر کے بالمقابل نقطہ کو معتد بہ نصف دوری منطوق کی تنویر سے محروم کر دے تو o اور m قوسیں مرغولہ کے کئی بیچوں پر مشتمل ہونگی اور خطوط مستقیم h m اور h m تقریباً مساوی ہوں گے۔ پس ایسی صورت میں اگر یہ خطوط مستقیم مخالف سمتوں میں ہوں تو داخل نور سے تنویر کا حیطہ تقریباً صفر ہوگا اور اگر یہ خطوط ایک ہی سمت میں ہوں تو تنویر کا حیطہ اعظم ہوگا۔ یعنی تار کے ہندسی سایہ کے اندر داخل نور کے سے روشن اور باریک انتہائی انفصل بند پیدا ہوں گے۔ نقطہ f جیسا جیسا سایہ کے کناروں کے قریب ہوتا جائیگا ویسا ہی m یا m (بمطابق اس کے کہ نقطہ f سایہ کے کس کنارہ کی طرف جارہا ہے)۔ فرض کرو کہ m مرغولہ کے وسطی نقطہ o کی طرف حرکت کرے گا اور چونکہ قوسی طول m و m مستقل رہنا چاہیے m مرغولہ کے متقارب بنی نقطہ h کی طرف حرکت کریگا۔ ایسی صورت میں h m اور h m وتر کے طولوں میں بہت تفاوت ہوگا۔ اس لیے اگر وہ متوازی اور مخالف سمتوں میں ہوں تو بھی پر وہ سب کے متناظر مقام پر کچھ نہ کچھ حاصل تنویر ضرور ہوگی یعنی یہاں اقل تنویر کے مقام بالکل تاریک ہوگا۔ ہندسی سایہ کے باہر تار کے ایک بازو سے ایک مکمل نصف ناصبیہ موج اور ایک دوسرے نصف ناصبیہ کی کسر عامل ہوگی اور ان کا اثر علی الترتیب وتر o اور m کے متناسب ہوگا۔ تار کی دوسری جانب سے جو جزو ناصبیہ موج عمل کریگا اس کا اثر وتر h m کے متناسب ہوگا جس میں m مرغولہ پر h سے قریب کوئی نقطہ ہے۔ اس کے یہ معنی ہوں گے کہ قوسی طول m کا اثر مفقود ہے۔ یہ طول مستقل اور تار کی موٹائی کے متناسب ہے۔ پس اگر شکل h m میں نقطہ h سے سمتی h n قوس m m کے وتر کے متوازی اور مساوی نہیں تو چونکہ h h کامل سمتی موج کے اثر کو تعبیر کرتا ہے اس لیے سمتی h n باقی ماندہ اور عامل حصہ موج کے

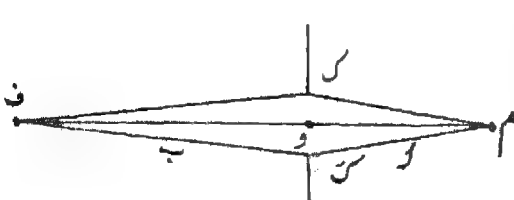
اثر کو تعبیر کریگا۔ یعنی h ن ہندسی سایہ کے باہر کے ایک نقطہ پر کے



شکل ۲۷

جسطہ تصویر کو ظاہر کرتا ہے۔ اور پردہ پر کا نقطہ (ف) جیسے جیسے سایہ کے کنارہ سے دور ہوتا جاتا ہے سمتی h ن نقطہ h کے گرد گھومتا ہے اور اس لیے حاصل تصویر کے سمتی h ن کا طول علی الترتیب اعظم اور اقل ہوتا جاتا ہے۔ اس طرح ہندسی سایہ کے باہر کے روشن اور تاریک بند پیدا ہوتے ہیں۔

تنگ دائری سہوہ سے نور کا انکسار۔



شکل ۲۸

اس مسئلہ کا باضابطہ حل سر دست ملتی کر کے آسان ابتدائی طریقوں سے یہاں بتایا جاتا ہے کہ دائری سہوہ سے نور کس طرح منکسر ہوتا ہے۔ شکل ۲۸ میں م مبداء نور ہے 'ک' دائری

سہوہ اور و سہوہ کا مرکز 'ف' ایک نقطہ ہے جو سہوہ کے محور پر واقع ہے۔

$$م و = ل و اور ف و = ب$$

چونکہ مبدا م سے نکل کر محور اور سہوہ کے کناروں پر سے گزرتے ہوئے ف تک جانے والی ذر کی موجوں میں تفاوتِ راہ $ف = (م ک + ک ف) - (ل و + و ب)$ اور آگے بتا دیا گیا ہے کہ جب سہوہ کا نصف قطر ص بمقابل ل و اور ب کافی چھوٹا ہے تو

$$م ک = ل + \frac{ص^2}{ل} اور ک ف = ب + \frac{ص^2}{ب} تقریباً$$

$$پس تفاوتِ راہ $ف = \frac{ص^2}{ل} \left(\frac{1}{ل} + \frac{1}{ب} \right)$$$

$$\therefore ف = \frac{ص^2 (ل + ب)}{ل ب}$$

اگر تفاوتِ راہ $ف = ن \frac{ل}{۲}$ یعنی ن نصف طولِ موج جس میں ن ایک صحیح عدد ہے تو

$$ص^2 = \frac{ن ل ب}{ل + ب}$$

$$اور سہوہ کا رقبہ $ص^2 = ن \frac{ل ب}{(ل + ب)}$$$

اگر ن ایک جفت عدد ہے تو سہوہ کا رقبہ نقطہ ف پر جفت عدد نصف دوری منطقہ بناتا ہے اس لیے ف پر تنویر تقریباً صفر ہوگی اور اگر ن ایک طاق عدد ہے تو ف پر تنویر اعظم ہوگی۔ یعنی سہوہ کے محور پر نقطہ ف کا قلم جیسے جیسے بدلتا جاتا ہے۔ اس پر تنویر علی الترتیب اعظم اور اقل ہوتی جاتی ہے۔ اگر ف محور سے ذرا ہٹ کر واقع ہو تو سہوہ کا کنارہ نصف دوری منطقہ کے ساتھ ہم مرکز نہیں ہوتا ہے اور اس لیے ف پر تنویر کی حدت آسان ریاضی کے

طریقہ سے محسوب نہیں ہو سکتی البتہ ترسیمی طریقہ پر حساب ہو سکتا ہے۔ سہوہ اور اس پر جو بھی منطقے کھینچے جاسکتے ہیں ان کو بڑے پیمانہ پر کھینچ کر سطح پیمایا مربع دار کاغذ کے ذریعہ طاق اور جفت منطقوں یا جزو منطقوں کے رقبہ معلوم کر کے حاصل مجموعی اثر دریافت کیا جاسکتا ہے۔ واضح ہے کہ طاق منطقوں کا اثر مثبت ہوگا اور جفت کا منفی۔ اس طرح عمل کرنے سے معلوم ہوگا کہ سہوہ اگر کافی چھوٹا ہے تو محور کے گرد اقل اور اعظم تنویر کے ہم مرکز حلقے پیدا ہوتے ہیں۔

اگر سہوہ اس قدر تنگ ہے کہ اس کا رقبہ پہلے نصف دوری منطقہ کے مساوی ہونے کے لیے نقطہ ف کو محور پر بہت دور لے جانے کی ضرورت ہو (تاکہ سہوہ کے مرکزی اور حاشیائی فاصلوں کا تفاوت نصف طول موج کے برابر ہو) تو ایسی صورت میں نور ہندسی سایہ کے باہر بہت دور پھیل جاتا ہے۔

چونکہ $(1 + b) v = n l$ ب لہ

$$\text{اس لیے } b = \frac{l v}{n l - v}$$

اس مساوات میں n کی قیمت طاق یا صحیح عدد لکھنے سے علی الترتیب اعظم و اقل تنویر کے محوری فاصلوں کی قیمتیں معلوم ہو سکتی ہیں۔

اگر مبدائے نور لائنہی پر واقع ہو تو $l = \infty$ اور موجیں مستوی ہوتی ہیں۔ ایسی صورت میں

$$v = b n l = \frac{l}{1 + b} \quad b n l$$

$$\text{اس لیے } 1 = \frac{l}{1 + b} \quad \text{جبکہ } l = \infty$$

$$\text{اور } b = \frac{v}{n l}$$

دائرہ غیر شفاف جسم سے نور کا انکسار۔

پواسان (Poisson) نے فرنج اکیڈمی کی طرف سے جب فرینیئل کے موجی نظریہ نور کا امتحان کیا تو اس سے فوراً نتیجہ اخذ کیا کہ چھوٹے قرص کے ہندسی سایہ کے مرکز پر ایسی ہی تصویر ہونی چاہیے کہ جیسی قرص کی عدم موجودگی میں۔ آراگو (Arago) نے اس کے متعلق تجربے کیے اور ثابت کر کے بتایا کہ حقیقت میں ایسا ہی ہوتا ہے۔

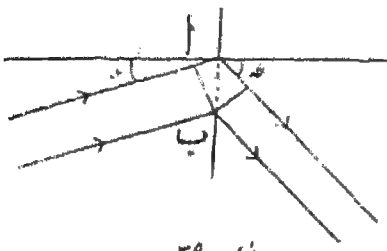
یہ تجربہ عمل میں آسانی کیا جاسکتا ہے بشرطیکہ ایک دو اتنی کے برابر فلزی قرص کو لے کر اس کے کناروں کو صاف اور ٹھیک مدور بنایا جائے۔ جب ایسا قرص باریک تاگوں سے تاریک کمرہ میں ایک ثقبہ کے سامنے تقریباً بیس فٹ فاصلہ پر متشکل وضع میں انتصافاً لٹکایا جاتا ہے۔ اور ثقبہ تیز دھوپ یا برقی قوس کی روشنی سے منور کیا جاتا ہے تو قرص کے پیچھے اس کے اور ثقبہ کے محور پر پندرہ یا بیس فٹ فاصلہ پر چشمہ کے ذریعہ معائنہ کرنے سے منور نشان دریافت ہو جاتا ہے۔ چشمہ میں قرص کے ہم مرکز جن نصف دوری منطقوں سے نور آتا ہے اس کا محیط قرص کے کنارے پر سے کھینچے ہوئے پہلے نصف دوری منطقہ سے آنے والے نور کے محیط کا نصف ہوتا ہے۔ چونکہ قرص چھوٹا ہے اس لیے اس پہلے نصف دوری منطقہ کے نور کا محیط قرص کی عدم موجودگی میں پہلے نصف دوری منطقہ کے نور کی جو حدت ہوتی ہے اس کے تقریباً مساوی ہوتا ہے۔

فراون ہوفز کے نام سے منسوب انکسار نور کے مظاہر۔

ان مظاہر میں انکسار سے پہلے نور کی موجیں مستوی ہوتی ہیں اور بعد انکسار محدب عدسہ کے ذریعہ ماسکہ پر جمع کی جاتی ہیں۔ اس لیے یہ مظاہر زیادہ واضح ہوتے ہیں اور ان کا حسابی عمل بھی نسبتاً آسان ہوتا ہے۔ ہم تریسبی طریقہ استعمال کر کے ایک دو اور متعادل مستطیل جبریوں کے انکسار نور پر تفصیل کے ساتھ

بحث کریں گے۔

ایک تنگ جھری سے مستوی موجوں کا انکسار۔



شکل ۳۹

شکل ۳۹ میں فرض کرو کہ a ب
ایک تنگ جھری ہے جس کی چوڑائی
۱ ہے۔ سر دست اس جھری کی
لمبائی کو بہت بڑی مان کر صرف
چوڑائی کے انکساری اثر پر بحث
کی جائیگی۔ متوازی شعاعوں کی پیل
کا زاویہ وقوع a مانا جاتا ہے یعنی
شعاعیں جھری کی چوڑائی کے ساتھ

زاویہ a بناتی ہیں۔ اور بعد انکسار اس کے ساتھ زاویہ b ۔ طہ۔ گویا
شعاعوں کے انکسار کی سمت جھری کے عمود کے ساتھ زاویہ طہ بنتی ہے۔ یہ درجہ
کرنا مقصود ہے کہ اس سمت میں تصویر کیسی ہے۔

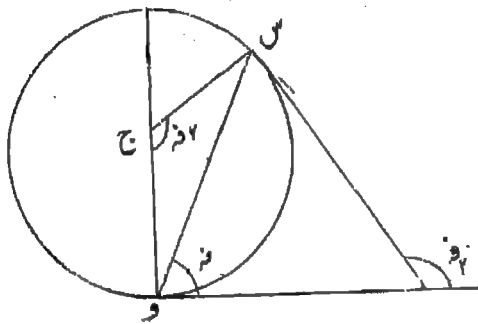
۱ سے نکلنے والی شعاع پر b سے عمود گراؤ۔ جھری کے بائیں طرف
۱ اور b کو چھونے والی شعاعوں میں تفاوتِ راہ a جب a ہے۔ اسی طرح
۲ سے منعکس ہونے والی شعاع پر b سے عمود گراؤ۔ جھری کے دائیں طرف
۲ اور b سے نکلنے والی شعاعوں میں تفاوتِ راہ a جب a ہے
پس ان انتہائی شعاعوں میں حاصل مجموعی تفاوتِ راہ

$$= a(b + \sin a) = a(b + \sin a)$$

چونکہ ایک طولِ موج λ تفاوتِ ہیئت $\frac{\pi}{\lambda}$ کا متناظر ہے اس لیے یہ تفاوتِ راہ
تفاوتِ ہیئت $\frac{\pi}{\lambda} a(b + \sin a)$ کا متناظر ہے۔

فرض کرو کہ جھری کی چوڑائی ۱ بہت ہی چھوٹے مساوی حصوں کی ایک

بہت بڑی تعداد میں تقسیم کی جاتی ہے۔ ان مساوی حصص میں سے ہر ایک حصہ پردہ کے کسی دیے ہوئے مقام پر حیطہ ارتعاش سے پیدا کرتا ہے۔ لیکن ان ارتعاشوں کی ہیئتوں میں ایک دوسرے سے لے کر دوسرے دوسرے تک مسلسل یکساں اضافہ پایا جائیگا۔ پس ان ارتعاشوں کا حاصل دائری قوس کا وتر $وس$ ہے۔
(ملاحظہ ہو شکل نمبر ۳۰)۔



شکل نمبر ۳۰

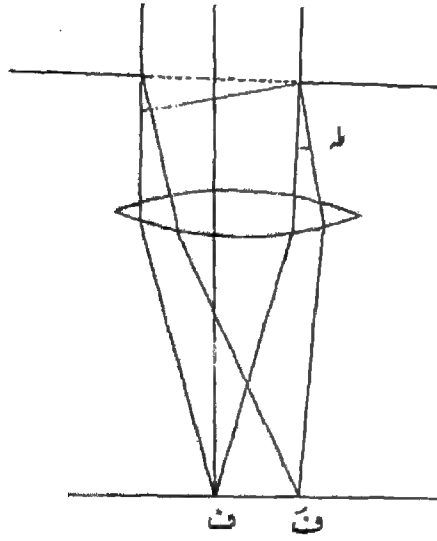
چونکہ قوس کا طول $م$ ہے جس میں $م$ کافی بڑا عدد اور $ح$ بہت چھوٹی مقدار ہے۔ اس لیے متعلقہ دائرہ کا نصف قطر $ص = \frac{م}{ح}$ ۔
جھری سے نکلنے والی مستوی موجوں کے حاصل ارتعاش کی ہیئت $ف$ ہے

پس حاصل حیطہ ارتعاش $= ۲ ص جب ف = \frac{م}{ف} جب ف = م$ جب $ف$
جھری کی چوڑائی ۱ ہے اس لیے $م = ۱$ مر ۱ جس میں مر ایک مستقل ہے۔ پس پردہ کے دیے ہوئے نقطہ پر حاصل حیطہ ارتعاش

$$= مر \frac{جب ف}{ف}$$

شکل نمبر ۳۱ میں جھری $اب$ کے سامنے ایک مخترب عدسہ رکھا گیا ہے۔ نور کی مستوی موجیں جھری کے علی التوائعم واقع ہوتی ہیں اور

پردہ ف ف پر انکسار نور کے مظاہر پیدا کرتی ہیں ماسک ف پر تنویر عظم ہے



شکل ۳۱

اس کے دونوں طرف تنویر بتدریج گھٹتی جاتی ہے۔ چنانچہ ف پر چونکہ جھری کے کناروں سے آنے والی موجوں کا تفاوتِ راہ λ جب λ ہے اس لیے تفاوتِ ہیئت $2\lambda = \frac{\pi \lambda}{\lambda} \lambda$ جب λ ہے حاصل تفاوتِ ہیئت

اس کا نصف یعنی $\frac{\pi \lambda}{\lambda} \lambda$ جب λ ہے ہذا ف پر حاصل حیطہ ارتعاش

$$\text{ہر } \frac{\frac{\pi \lambda}{\lambda} \lambda}{\pi \lambda} \text{ ہے۔}$$

(۱) اگر شکل ۳۹ کی طرح موجیں علی التوالم واقع نہ ہوں تو تفاوتِ راہ λ (جب λ + جب λ) اور تفاوتِ ہیئت $2\lambda = \frac{\pi \lambda}{\lambda} \lambda$ (جب λ + جب λ) ہوگا۔

(۲) اگر شکل مذکور میں جھری کے کنارہ ب سے آنے والی موج کے ارتعاش کا مضابطہ
 $\text{ما} = \text{و جب سہ و لکھا جائے جس میں و حیطہ ارتعاش سہ وقت دوران اور}$
 $\text{و وقت ہے تو کنارہ ۲ سے آنے والی موج کے ارتعاش کا مضابطہ ما} = \text{و جب (سہ و ۲ ذہ)}$
 $\text{ہوگا اور حاصل ارتعاش کا مضابطہ ما} = \text{و جب ذہ جب (سہ و ۲ ذہ) -}$

جھری کے انکسار نور سے پردہ پر تنویر کے
 اعظم و اقل مقامات کی تعیین —

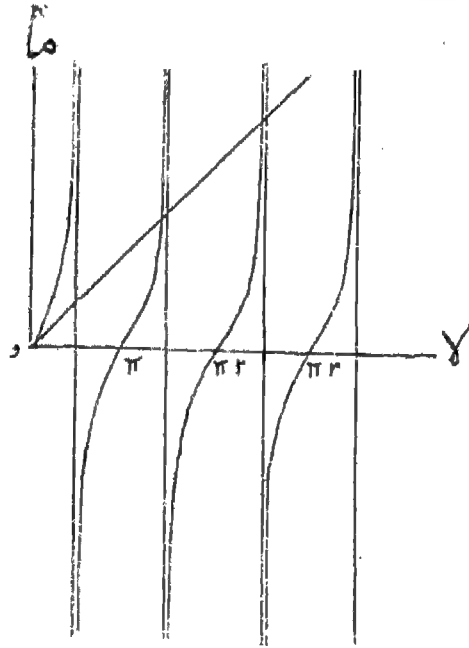
چونکہ ف پر (شکل ۱۱) حاصل حیطہ ارتعاش مرا $\frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}}$ ہے
 اس لیے نور کی حدت مرا $\frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}}$ ہے
 اس جملہ کی اعظم و اقل قیمتیں معلوم کرنے کے لیے اس کو شکل ۲ $\frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}}$ لکھ کر
 اس کو تفریق کرنے سے $\frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}} = \frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}} \times \frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}} = \frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}}$
 پس $\frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}} = \frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}}$ اور $\frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}} = \frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}}$
 یعنی جب ف = . اور ف = مس ف

مساوات جب ف = . سے اقل تنویر کے مقام حاصل ہوتے ہیں یعنی
 ف = م ۱۱ سے جس میں م = جملہ صحیح اعداد باستثنائے صفر اس لیے کہ
 م کی قیمت جب صفر ہوتی ہے تو وہاں تنویر اعظم ہوتی ہے۔

چونکہ ف = $\frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}}$ (جب سہ + جب طہ) یا اگر نور کی شعاعیں جھری
 پر علی القوائم واقع ہوں تو ف = $\frac{\text{و جب ۱۱}}{\text{و جب ۱۱}}$ جب طہ اس لیے سمت طہ میں

تنویر اقل یعنی صفر ہوتی ہے اگر

جب $\mu = m$ جس میں m باستثنائے صفر کوئی سا صحیح عدد ہے۔
 اعظم تنویر کے مقام $\mu = m$ کے حل سے حاصل ہوتے ہیں۔ μ کی
 کئی قیمتیں μ نہیں جو ترسیبی طریقہ سے باسانی دریافت ہو سکتی ہیں۔ ملاحظہ ہو
 شکل ۴۲۔ جس میں μ کو فضلہ اور m کو معین مان کر ترسیم کھینچی گئی ہے
 اور میدان μ میں سے خط $\mu = m$ لاجو متحدہوں کے درمیانی زاویہ کی تنصیف
 کرتا ہے کھینچا گیا ہے۔ اس خط کا m کے ترسیموں کے ساتھ جہاں جہاں تقاطع
 ہوتا ہے ان کے متعلقہ فضلہ سے μ کی قیمتیں دریافت ہو جاتی ہیں۔



شکل ۴۲

شویپرڈ (Schwerd) نے اعظم تنویر کے ان متناظر فضلوں (μ) کی
 کئی سبب ذیل قیمتیں دی ہیں :-

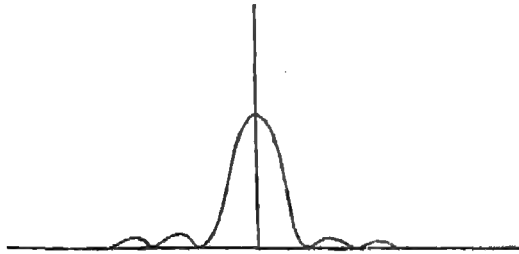
$$\mu = 0 \quad \mu = 3.14159 \quad \mu = 6.28318$$

جھری کے انکسار نور سے پردہ کے عظیم و اعلیٰ مقام کی تقسیم

فرد $\pi ۳۶۴۰۹ =$ فرد $\pi ۴۶۴۴۲ =$ فرد $\pi ۵۶۴۸۱۸ =$
 فرد $\pi ۶۶۴۸۴۲ =$ فرد $\pi ۷۶۴۸۶۵ =$
 پس جیسے جیسے n کی قیمت بڑھتی ہے فرد n جلا $(1 + n) \frac{1}{2} \pi$ سے قریب تر
 ہوتا جاتا ہے۔ حدتِ تنویر

$$H \propto \frac{1}{\sqrt{n}}$$

اعظم تنویر کے مقامات پر تقریباً $1, \left(\frac{2}{\pi^2}\right)^2, \left(\frac{2}{\pi^2}\right)^4, \dots$ وغیرہ
 کی نسبتوں کے لحاظ سے گھٹتی جاتی ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ بہت جلد اس کی قیمت
 کم ہو جاتی ہے۔ فراڈن ہوف نے اکیلی تنگ جھری سے اس طرح پیدا ہونے والی
 اعظم تنویر کے خطوں کے لیے (Spectra of the first class) پہلے درجہ
 کے کلیوف نام تجویز کیا۔ حدتِ تنویر کے لیے ملاحظہ ہو شکل ۲۳۔



شکل ۲۳

داثری سمبولا کے محور پر انکسار نور سے جو تنویر پیدا ہوتی ہے اس کی حدت
 بھی اسی طریقہ سے دریافت ہو سکتی ہے۔ جیسا کہ قبل میں بتایا گیا ہے۔ محور کے کسی
 نقطہ کے لحاظ سے سمبولا کے رقبہ کو ہم مرکز اور ہم تفاوت ہیئت دائری رقبوں میں
 تقسیم کرنے سے نقطہ مذکور پر ان رقبوں کے اثر سے پیدا ہونے والا محیط ارتعاش تقریباً
 مساوی ہوگا اور اس لیے متصل محیط دائری قوس کا وتر ہوگا۔

پس اگر قوس کا طول s فرض کیا جائے تو محوری نقطہ پر حاصل مجموعی حدت تنویر

$$H \propto s^2 \quad \text{جب } \phi$$

جس میں ϕ ذہن کے مرکز اور حاشیہ کے ارتعاشوں کا مجموعی تفاوت ہیئت ہے اور چونکہ تفاوت راہ (م ک ف - م د ف) - ملاحظہ ہو شکل (۳۵) -

$$= \frac{s^2 (\phi + \phi)}{2 \phi}$$

$$\text{اس لیے تفاوت ہیئت } \phi = \frac{\pi^2}{2 \phi} = \frac{s^2 (\phi + \phi)}{2 \phi}$$

س سپرہ کے رقبہ کے تناسب ہوگا - اس طرح مثل سابق محور کے مختلف مقامات پر تنویر کی حدت محسوب کی جاسکتی ہے - ہم اس مسئلہ پر آگے چل کر زیادہ تفصیل کے ساتھ بحث کریں گے -

دو متوازی جھریوں کا انکسار نور - ایک جھری کے

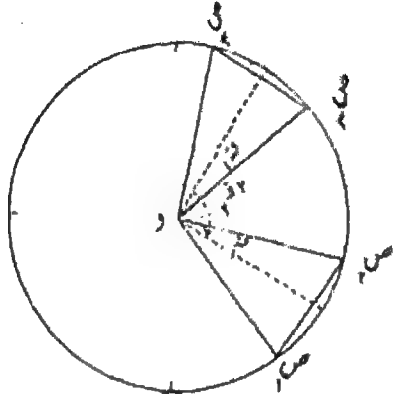
انکسار کے لیے جو تریبی طریقہ استعمال ہوا تھا وہ دو جھریوں کے لیے بھی بخوبی کام دے سکتا ہے - فرض کرو جھریاں ایک دوسری کے متوازی ایک مستوی سطح پر واقع ہیں ان کی چوڑائی ϕ ہے اور ان کے مابین فاصلہ b ہے - شکل ۳۶ میں دائرہ کی قوسیں s اور s جو باہر مگر مساوی ہیں ان دو جھریوں سے پیدا ہونے والی تنویر کو تعبیر کرتی ہیں - فرض کرو ان میں سے ایک ایک کا طول ϕ ہے پس

$$\phi = \frac{1}{2} (\phi + \phi) \quad \text{جب } \phi$$

دراغور کرنے سے معلوم ہوگا کہ s کے مابین قوسی طول ϕ جھریوں کے درمیان فاصلہ b کے ساتھ وہی رشتہ رکھتا ہے جو ϕ کو ϕ کے ساتھ ہے یعنی

$$\phi = \frac{1}{2} (\phi + \phi) \quad \text{جب } \phi$$

جہروں کی تنویر کا حاصل حیطہ علی الترتیب وتر $ص_۱$ $ص_۲$ اور $ص_۳$ کے متساوی ہے
یعنی ۱ جب $ف_۱$ کے



شکل ۲۲

ہر جہری کی حاصل مجموعی تنویر کی ہیئت اور اس کے کناروں پر کی تنویر میں تفاوت
فہ ہے اس لیے ان دونوں جہروں کی حاصل مجموعی تنویر کی ہیئت $ف_۱ + ۲ ف_۲ + ف_۳$ ہے
یعنی $۲ (ف_۱ + ف_۲)$ ہے پس حاصل مجموعی تنویر سمتوں کے متوازی الاضلاع کے
ذریعہ معلوم کی جاسکتی ہے۔
چونکہ ایک ایک سمتی کی قیمت ۱ جب $ف_۱$ ہے اور ان کے مابین
زاویہ $۲ (ف_۱ + ف_۲)$ ہے۔

اس لیے حاصل سمتی ۲ ۱ جب $ف_۱$ جم $(ف_۱ + ف_۲)$ ہے

پس حاصل تنویر کی حدت $ح = (۱۲) ۲$ جب $ف_۱$ جم $(ف_۱ + ف_۲)$
اگر حاصل ارتعاش معلوم کرنا ہو تو چونکہ وتر $ص_۱$ سے حاصل ارتعاش
 $۱ = ۱$ جب $ف_۱$ جب $(سہ و + ف_۱)$ ہے

اور وتر ص ص_م سے منقطع حاصل ارتعاش

$$ما = ۱ \frac{\text{جب فذ}_۱}{\text{فذ}_۱} \text{ جب (سه و + فذ}_۱ + ۲ \text{ فذ}_۱ + ۲ \text{ فذ}_۲)$$

$$= ۱ \frac{\text{جب فذ}_۱}{\text{فذ}_۱} \text{ جب (سه و + ۳ فذ}_۱ + ۲ \text{ فذ}_۲) \text{ ہے۔}$$

لہذا ان دونوں کا حاصل $ما + ما =$

یعنی $ما = ۲ \frac{\text{جب فذ}_۱}{\text{فذ}_۱} \text{ جم (فذ}_۱ + \text{فذ}_۲) \text{ جب (سه و + ۲ فذ}_۱ + \text{فذ}_۲) \text{ ہے}$
 جو دونوں جھریوں کے درمیان حائل چوڑائی ب کے وسطی نقطہ پر کے متعلقہ
 ارتعاش کے تناظر ہے۔

$$\text{حدت تنویر ح} = (۲ \frac{\text{جب فذ}_۱}{\text{فذ}_۱} \text{ جم (فذ}_۱ + \text{فذ}_۲) \text{ دو متغیر}$$

اجزائے ضربی کے تابع ہے۔ ایک جزو $\frac{\text{جب فذ}_۱}{\text{فذ}_۱}$ واحد جھری کے انکساری بندوں
 کو تعبیر کرتا ہے اور دوسرا جزو جم (فذ_۱ + فذ_۲) دو جھریوں سے آنے والی موجوں
 کے تداخلی بندوں کو ظاہر کرتا ہے۔ آخر الذکر معدوم ہر جاتا ہے جبکہ

$$\frac{\pi}{۲} (۱ + ن۲) = (فذ}_۱ + \text{فذ}_۲)$$

یعنی اس مقام پر جہاں $(۱ + ب) \text{ (جب ع + جب طه)} = \frac{\pi}{۲} (۱ + ن۲)$
 ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اس مساوات کا مفہوم یہی ہے کہ
 دونوں جھریوں کو اگر چھوٹی مساوی مقدار کے کثیر التعداد حصّوں میں تقسیم کیا جائے
 تو دوسری جھری کے کسی حصّہ سے آنے والی موج پہلی جھری کے متناظر حصّہ سے
 آنے والی موج سے بقدر طاق عددی صنف نصف طول موج پیچھے ہے۔ اس لیے
 یہ موجیں ایک دوسری کو تداخل سے تلف کر دیتی ہیں۔

لیکن اگر $(فذ}_۱ + \text{فذ}_۲) = \pi ن$ یعنی $(۱ + ب) \text{ (جب ع + جب طه)} = ن$ لہ
 تو دونوں موجیں ایک دوسری کی تائید کرتی ہیں اور وہاں تنویر اعظم ہے۔

اس اعظم و اقل تنویر کے نقشہ کے لیے فراؤن ہوف نے (Spectra of the second class) دوم درجہ کے طیف نام تجویز کیا۔

پس دو جھریوں کے انکسار کے مظاہر کو ایک جھری کے انکساری نظام اور دو جھریوں کے تداخلی نظام کے حاصل تصور کر سکتے ہیں۔ اول الذکر نظام جزوی ضربی جب فیہ کے تابع ہے اور آخر الذکر جم (فہ + فہ) کے۔ جہاں کہیں ان دونوں اجزائے ضربی میں سے کوئی بھی معدوم ہوتا ہے وہاں حدت تنویر صفر ہے۔

چونکہ تداخلی نظام میں انتشار (۱ + ب) کا بالعکس ہے اور انکساری نظام میں انتشار محض ۱ کا بالعکس۔ اس لیے اگر جھریاں ایک دوسرے سے بہت قریب نہ واقع ہوں (یعنی ب بہت چھوٹا نہ ہو) تو تداخلی نظام تقریباً بالکل انکساری نظام کے پہلے دو بندوں کے اندر سما جاتا ہے۔

چھوٹی مستطیل جھری کا انکسار۔ اس سے قبل جھری کی صرف چوڑائی کو چھوٹا مان کر نتائج اخذ کیے گئے تھے اور جھری کی لمبائی سے بحث نہیں کی گئی تھی۔ اب ہم اس کے طول و عرض دونوں کو کافی چھوٹا مان کر اس کے انکسار کی تحقیق کریں گے۔ فرض کرو جھری کا طول ۱، انتصافاً واقع ہے اور عرض ۱، انتصافاً لمبی تنگ جھری کی صورت میں انکساری نقشہ مستطیل شکل کے بندوں پر مشتمل ہوتا ہے جو جھری کے طول کے متوازی ہیں۔ ان کی پیدائش کا باعث جھری کی تنگی یعنی ان کی چوڑائی کی قلت ہے۔ طول بڑا ہونے کی وجہ سے واقع ہاضمہ موج کو جب اس طول کے متوازی بیٹوں میں تقسیم کر کے ان کے اثرات کا موازنہ کیا جاتا ہے تو ہر بیٹی کا پورا پورا اثر بلا کم و کاست منتقل ہو جاتا ہے۔ لیکن جب جھری کا طول عرض کی طرح کافی چھوٹا ہوتا ہے تو دونوں سمتوں میں تنگی واقع ہونے کی وجہ سے ان سمتوں میں انکساری بند نمایاں ہوتے ہیں۔ جھری کے طول کے متوازی بند اس کی چوڑائی کی قلت کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں اور اس کے عرض کے متوازی بند اس کے طول کی قلت کے باعث صورت پذیر ہوتے ہیں۔ ان کی حدت تنویر محسوب کرنے کے لیے جھری کو اس کے طول ۱، کے متوازی کثیر التعداد چھوٹے حصص میں تقسیم کر دو۔ ہر ایسی بیٹی کا طول ۱، ہو گا۔ اور چونکہ یہ کافی چھوٹا مانا گیا ہے اس لیے کسی زیر بحث نقطہ پر

ہر ایسی پٹی سے آنے والی موج کا محیط ارتعاش جیسا کہ قبل ازیں بتایا گیا ہے

$$\text{حم} = \lambda_1 \text{ جب فہ} = \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} = \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} (\text{جب عہ} + \text{جب طہ})$$

یہاں یہ فرض کیا گیا ہے کہ واقع موج جہری کے طول کے ساتھ ۹۰°۔ عہ زاویہ بناتی ہے اور منکسر موج ۹۰°۔ طہ زاویہ - ان تمام پٹیوں سے پیدا ہونے والے حاصل محیط کی تعیین کے لیے ہیں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ جہری کی چوڑائی کے انتہائی سروں سے آنے والے ارتعاشوں کا تفادست ہیئت ۲ فہ ہے - جس میں

$$\text{فہ} = \frac{\lambda_2}{\text{فہ}} (\text{جب عہ} + \text{جب طہ})$$

یہ فرض کر کے کہ واقع اور منکسر موجیں جہری کے عرض λ_1 کے ساتھ علی الترتیب ۹۰°۔ عہ اور ۹۰°۔ طہ زاویے بناتی ہیں - چونکہ نقطہ زیر بحث پر جہری کے طول کے متوازی قطع کی ہوئی ہر پٹی سے محیط ارتعاش حم حاصل ہوتا ہے اس لیے حاصل مجموعی محیط ارتعاش

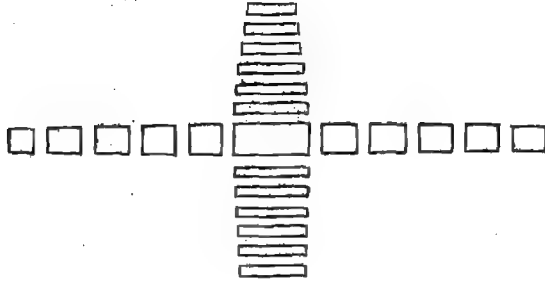
$$\text{حم} = \lambda_1 \text{ جب فہ} = \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \text{ اور حدت تنویر}$$

$$\text{ح} = \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \frac{\lambda_2}{\text{فہ}} \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \frac{\lambda_2}{\text{فہ}} \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \frac{\lambda_2}{\text{فہ}}$$

اگر یہ فرض کیا جائے کہ واقع موجوں کا مستوی جہری کے مستوی کے متوازی ہے تو عہ اور عہ دونوں صفر ہو جاتے ہیں اور

$$\text{ح} = \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \frac{\lambda_2}{\text{فہ}} \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \frac{\lambda_2}{\text{فہ}} \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \frac{\lambda_2}{\text{فہ}} \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \frac{\lambda_2}{\text{فہ}} \frac{\lambda_1}{\text{فہ}} \frac{\lambda_2}{\text{فہ}}$$

پس ہر نقطہ پر حدتِ تنویر دو متغیر اجزائے ضربی کے تابع ہے۔ ان میں سے ایک جزو



۱

شکل ۴۵

جھری کے طول کے متوازی پٹیوں کا سلسلہ پیدا کرتا ہے اور دوسرا جزو عرض کے متوازی پٹیوں کا سلسلہ۔ اس طرح انکسارِ نور سے شکل ۴۵ کا سانقشہ تیار ہوتا ہے جو مستطیلوں پر مشتمل ہے۔ نقشہ کا ہر ایک مستطیل جھری کے مستطیل کے تقریباً مشابہ ہے لیکن باعتبار وضع اس سے ۹۰ گھوما ہوا ہے۔ جھری کا کوئی بازو جتنا لمبا ہوگا اس کے علی القوائم بند اتنے ہی تنگ ہوں گے۔ اس لیے تنگ لمبی جھری کے انکسار سے صرف جھری کی چوڑائی کے علی القوائم بند دکھائی دیتے ہیں۔ اس کی لمبائی کے علی القوائم بند سکرٹ کر معدوم ہو جاتے ہیں۔

اگر ۵۰ سم ماسکی طول کے عدسہ کی پشت پر 2×4 مم ابعاد کی جھری پر وہ کوچیاں کر کے اس کے پیچھے ۱۰۰ سم پر ایک نقبہ کو آفتاب کے نور یا قوسی لمپ سے منور کریں اور عدسہ کے سامنے اسی قدر فاصلے پر لیغے ۱۰۰ سم پر چشمہ رکھ کر دیکھیں تو شکل ۴۵ کا سانقشہ باسانی دکھائی دیگا۔

مستطیل جھری کے ٹیلٹ (Talbot) بندوں

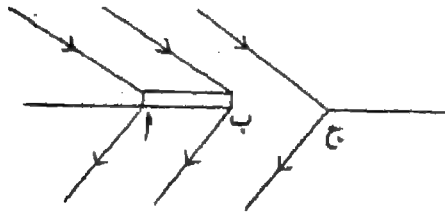
کی توجیہ —

ٹیلیٹ نے ۱۸۳۷ء میں اپنا ایک شاہدہ بیان کیا کہ اوسط انتشاری طاقت کے منشور سے پیدا شدہ مکمل طیف کو آنکھ کی پتلی کے برابر گول سہوہ میں سے دیکھیں اور سہوہ کے ایک نصف حصہ کو شیشہ یا ابرق کی پتلی پر ت سے ڈھانپ دیں تو طیف کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک ایوڈین کے بخار کے استخوانی بندوں کی طرح متوازی تاریک بند نظر آتے ہیں۔ یہ بند طیف پیمائی کی مدد سے بخوبی مشاہدہ کیے جاسکتے ہیں۔ توازی گرا اور دور بین کو حسب معمول طیف کے مطالعہ کے لیے ترتیب دے کر نصف سہوہ کو پتلی شفاف پرت سے چھپا دیا جائے۔ پرت یا تو دور بین کے چشمہ اور آنکھ کے بیچ میں رکھی جاسکتی ہے یا دور بین کے دہانہ اور منشور کے بیچ میں یا منشور اور توازی گر کے درمیان۔

خود ٹیلیٹ نے محض تداخل نور کے ذریعہ ان بندوں کے سمجھانے کی اس طرح کوشش کی کہ پرت میں سے آنے والی شعاعیں بقیہ شعاعوں سے علیحذا ہیئت پیچھے رہ جاتی ہیں اور ان دونوں کے تداخل سے بند پیدا ہوتے ہیں۔ اگر لہ طول موج کی شعاع پرت میں سے آتی ہوئی بقدر ط راستہ پیچھے رہ جائے اور $\frac{1}{2}$ ان لہ جہاں کوئی ایک صحیح عدد سے تو سہوہ کے ان دو نصف حصوں میں سے (یعنی پرت میں سے ہوتی ہوئی اور پرت کے باہر سے آنے والی شعاعیں ایک دوسری کی تائید کرنیکی لیکن اگر $\frac{1}{2} = (1 + \frac{1}{2})$ لہ تو وہ عین مخالف ہیئتوں میں ہونگی اور ایک دوسری کو تلف کر دیں گی۔ چونکہ مختلف رنگوں کے لیے لہ کی ہیئت مختلف ہے اس لیے طیف کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک باری باری سے نور کی موجیں ایک دوسری کی مدد کرنیکی یا مخالفت۔ لہذا سارے طیف میں جا بجا سیاہ بند نظر آئیں گے۔

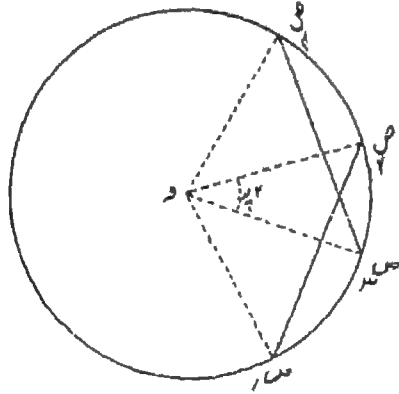
اب ہم انکسار نور کے ذریعہ اس منظر کی زیادہ صحیح توجیہ کرنا چاہتے ہیں۔ شکل ۴ میں فرض کرو ج پوری جبری کی جوڑائی ہے اور ا ب اس کا نصف حصہ پتلی شفاف پرت سے ڈھنپا ہوا ہے۔ پرت ا ب میں سے ہو کر آنے والی موجوں کی تنویر کو ترسیبی طریقہ پر شکل ۵ میں دائری توس ص ص = ۲ ذ سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ جبری کے باقی نصف حصہ

ب ج سے آنے والی تنویر کو ص ص = ۲ ذ سے اس لیے کہ اب = ب ج۔



شکل ۲۶

یہاں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ب کے قریب سے تنویر کا جو جزو بلا روک جھری کے نصف حصہ ب ج سے آتا ہے نصف حصہ اب سے رکاوٹ کے ساتھ آنے والے جزو سے ہیئت میں آگے کو بڑھا ہوا ہوتا ہے۔ اس لیے شکل ۲۶ میں



شکل ۲۷

قوس ص ص = کا کچھ حصہ قوس ص ص کے ساتھ مشترک ہے۔ فرض کرو قوس ص ص = ۲ پ اور یہ پتری کی رکاوٹ سے وقوع میں آنے والے ابطاء کو تعبیر کرتا ہے۔ ہندسہ سے واضح ہے کہ ص ص اور ص ص قوسوں کے مابین زاویہ = ۲ (۲ - پ) پس اگر مستطیل جھری کا طول ل اور

نصف عرض $\frac{1}{2}$ ہو تو مستطیل جھری کے ضابطہ سے وتر $\sqrt{1} = \sqrt{1}$ وتر $\sqrt{1}$ سے
 $\frac{1}{2}$ جب فہ جب پہ اور سمتیوں کے متوازی الاضلاع کی رو سے
 حاصل حیثہ ارتعاش

$\frac{1}{2}$ جب فہ جب پہ جم (فہ - پہ)

ایری (Airy) نے یہی ضابطہ تحلیلی طریقہ سے اخذ کیا تھا اور فہ اور پہ کی
 مختلف قیمتوں کے لیے اس نے مندرجہ بالا ضابطہ کے ذریعہ حدت تنویر کی
 ترسیم کھینچ کر تنویر کا اتار چڑھاؤ ظاہر کیا۔

مستوی انکساری جالی۔ یعنی متوازی مساوی
 اور متساوی الفصل تنگ مستطیل کثیر التعداد جھریوں سے
 نور کا انکسار۔

فرض کرو کہ اس نظام میں جھریوں کا طول بہت لمبا ہے جھری کی
 چوڑائی ۱ ہے اور متصل غیر شفاف حصوں کی چوڑائی ۲ ہے۔ اس نظام میں
 سے آنے والی مستوی موجوں کا حاصل حیثہ ترسیمی طریقہ پر دریافت کرنے
 کے لیے شکل ۳۸ کی طرح مناسب نصف قطر کا دائرہ کھینچو۔ وگا، وگا
 لا وگا کے محور ہیں۔ دائرہ کے محیط پر و میں سے قوسوں کا ایک سلسلہ
 قطع کرو جن کے طول علی الترتیب ۱ اور ۲ کے متناسب ہیں۔ جیسا کہ
 شکل ۳۸ میں بتایا گیا ہے۔ یہ طول دائرہ کے مرکز پر علی الترتیب
 زاویے ۲ فہ اور ۲ فہ بناتے ہیں جو جھری کی چوڑائی ۱ اور غیر شفاف
 حصہ کی چوڑائی ۲ کے سروں کے تفاوت ہیئت کو تعبیر کرتے ہیں۔ تمام
 جھریوں سے آنے والی موجوں سے پردہ کے کسی مقام پر حاصل حیثہ تنویر

اسی طرح محور ما پر بھریوں کے محل ارتعاشوں کے نقل جمع کرنے سے

$$\text{ما} = \text{سر} [\text{جب } ۵ + \text{جب } (۵ + \text{جہ}) + \text{جب } (۵ + ۲\text{جہ}) + \dots + \text{جب } (۵ + (۱-ن)\text{جہ})]$$

$$= \frac{\text{جب } \{ ۵ + \frac{۱}{۲}(۱-ن)\text{جہ} \}}{\text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ}}$$

$$\text{پس حدبہ تنویر ح} \equiv \text{لا} + \text{ما} = \text{سر} \frac{\text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ} + \text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ}}{\text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ}}$$

$$\text{یعنی ح} = \frac{\text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ} + \text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ}}{\text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ}} = \text{ح}$$

لیکن یہ یاد رہے کہ فم = $\frac{۱}{۲}\text{آ}$ (جب عہ + جب طہ) اور فم = $\frac{۱}{۲}\text{آ}$ (جب عہ + جب طہ) جس میں ۹۰۔ عہ اور ۹۰۔ طہ واقع اور متکسر پٹیلوں کا انکساری جالی کے مستوی کے ساتھ زاویہ میلان ہے۔ پس

$$\text{ح} = \frac{\text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ} + \text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ}}{\text{جب } \frac{۱}{۲}\text{جہ}} = \text{ح}$$

محل حیطہ ارتعاش کی ہیئت فہ کا ضابطہ

$$\text{مس فہ} \equiv \frac{\text{ما}}{\text{لا}} = \text{مس} \{ ۵ + \frac{۱}{۲}(۱-ن)\text{جہ} \}$$

جہ جالی کے وسطی مقام سے آنے والی ارتعاش کی ہیئت ہے۔ پس اگر جالی کے پہلے منفذ سے آنے والی تنویر کی مساوات ما = سر جب سہ وہے تو حاصل مجموعی ارتعاش کی مساوات

$$\text{ما} = \text{سر} \frac{\text{جب } (۱-ن)\text{جہ} + \text{جب } (۱-ن)\text{جہ}}{\text{جب } (۱-ن)\text{جہ}} = \text{ما}$$

حدت تنویر کا ضابطہ دو متغیر اجزاء ضربی کے تابع ہے۔ ایک جزو واحد جبری کے انکسار نور کو تعبیر کرتا ہے جس کی اعظم و اقل قیمتوں پر قبل ازیں بحث ہو چکی ہے۔ دوسرا جزو ضربی $\frac{\text{جب}^2 \text{ن} (\text{فہ} + \text{فہ})}{\text{جب}^2 (\text{فہ} + \text{فہ})}$ سے بھی تنویر کے اعظم و اقل مقامات کا پتہ چلتا ہے۔ سہولت کی خاطر $\text{فہ} + \text{فہ}$ کے عوض لا لکھو۔ تب یہ جزو ضربی $\frac{\text{جب}^2 \text{ن} \text{لا}}{\text{جب}^2 \text{لا}}$ بن جاتا ہے۔ اعظم و اقل مقامات پر اس کا پہلا تفرقی سر $\frac{2 \text{جب}^2 \text{ن} \text{لا}}{\text{جب}^3 \text{لا}}$ (ن جب لا جم ن لا - جم لا جب ن لا) صفر ہوتا ہے۔

یعنی (۱) جب ن لا = ۰ اور (۲) ن جب لا جم ن لا - جم لا جب ن لا = ۰

یعنی ن مس لا = مس ن لا

(۱) اقل تنویر کے مقام - جب ن لا صفر ہو تو ن لا = م ۳ جس میں م کوئی ایک صحیح عدد ہے۔

اور جب ن $(\text{فہ} + \text{فہ}) = ۰$ پس یہاں حیطہ ارتعاش معدوم ہوتا ہے جب $(\text{فہ} + \text{فہ})$ اور صفر قیمت کے اقل تنویر کے مقام حاصل ہوتے ہیں۔

صدرا اعظم حدت کے مقام - اگر لا = م ۳ تو

جب ن لا کا شمار کنندہ اور نسب نما دونوں صفر ہو جاتے ہیں۔ لیکن اگر $\frac{\text{جب}^2 \text{ن} \text{لا}}{\text{جب}^2 \text{لا}}$ کی صحیح قیمت ن ہے اس لیے کہ شمار کنندہ اور نسب نما کو تفرق کرنے سے تفرقی سر $\frac{\text{ن} \text{جم} \text{ن} \text{لا}}{\text{جم} \text{لا}}$ حاصل ہوتا ہے جس کی انتہائی قیمت لا کے عوض م ۳ لکھنے پر ن ہو جاتی ہے۔ بدین وجہ ان مقاموں پر حدت تنویر اعظم اور ن کے مساوی ہوتی ہے۔

پس جہاں $فم + فم = م$ یا $(۱ + ب)$ (جب عد + جب طه) = $م$ لہ
وہاں بہت ہی اعظم حدت تنویر پائی جاتی ہے۔ اس لیے ان کو صدر اعظم حدت کے
مقام کہتے ہیں۔

ابھی ابھی ہم نے دیکھا ہے کہ جہاں $ن$ (فم + فم) = $م$ یا $ن$ وہاں
حدت تنویر صفر ہے اور صدر اعظم حدت کے مقاموں پر (فم + فم) = $م$ یا $ن$
اس لیے جیسا کہ شکل ۲۹ کے ملاحظہ سے ظاہر ہوگا دو متصل صدر اعظم حدت
کے مقاموں کے مابین $(ن - ۱)$ اقل یعنی صفر حدت کے مقام ہونگے۔

(۲) ثانوی اعظم حدت کے مقام — مساوات

$ن$ مس لا = مس ن لا کی اصلیں جو لا = $م$ یا $ن$ سے مختلف ہیں (اور اس لیے
وہ نہیں ہیں جو صدر اعظم حدت کے مقاموں کو تعبیر کرتی ہیں) اعظم حدت
کے ایک اور سلسلہ کو تعبیر کرتی ہیں جو ثانوی اعظم حدت کے مقاموں سے
متعلق ہے۔ ان مقامات پر صدر اعظم حدت والے مقامات سے
حدت بہت کم ہے۔ چونکہ

$$\frac{ن}{(۱ - جب ن لا)} = \frac{ن جب لا}{(۱ - جب لا)}$$

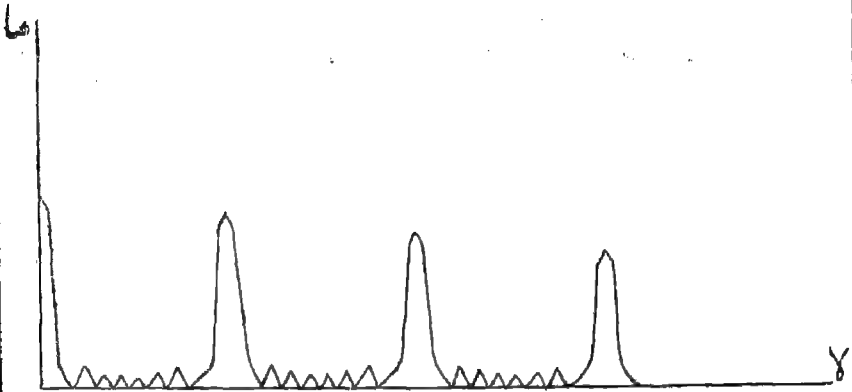
$$\therefore \frac{ن جب لا}{(۱ - جب ن لا)} = \frac{ن جب لا}{(۱ - جب لا)}$$

$$\text{اور بالآخر} \quad \frac{ن}{(۱ - جب ن لا)} = \frac{ن جب لا}{(۱ - جب لا)}$$

$$\text{پس} \quad \left(\frac{ن جب لا}{(۱ - جب ن لا)} \right) : ۱ = ۱ : \{ (۱ - جب ن لا) + ۱ \}$$

واضح ہو کہ $ن$ صدر اعظم حدت کے مقاموں کی حدت کو تعبیر کرتا ہے
اس لیے ان ثانوی اعظم حدت کے مقاموں پر کی حدت صدر اعظم حدت والے

مقاموں کی حدت کے ساتھ $\frac{1}{1 + (n-1) \text{ جب } 1 \text{ لا}}$ نسبت رکھتی ہے جو n کی قیمت یعنی جالی کے شفاف حصوں کی تعداد بہت بڑی ہو جانے کی صورت میں بہت ہی چھوٹی مقدار ہو جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل ۲۹ کے منحنیوں سے ظاہر ہوتا ہے۔



شکل ۲۹

انکساری جالی (Diffraction grating) پر فی انچ طول چودہ ہزار متوازی لکیریں کھینچی جاتی ہیں اس لیے جب ایسی جالی استعمال کی جاتی ہے تو ثانوی اعظم حدت کے مقاموں پر تنویر کی حدت تقریباً معدوم ہو جاتی ہے۔ چونکہ دو متصل صدر اعظم حدت والے مقاموں کے بیچ میں $(n-1)$ اقل یا صفر حدت کے مقام ہوتے ہیں۔ اس لیے ان کے مابین ثانوی اعظم حدت کے مقاموں کی تعداد $(n-2)$ ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل ۲۹ سے واضح ہے جو $n=8$ کے لیے کھینچی گئی ہے۔ حدت تنویر کا ضابطہ چونکہ

$$I = \frac{\text{جب } 1 \text{ فہ}}{\text{جب } 1 \text{ فہ} + (n-1) \text{ فہ}} \quad \text{ہے}$$

جزو ضربی $\frac{\text{جب } 1 \text{ فہ}}{\text{جب } 1 \text{ فہ} + (n-1) \text{ فہ}}$ کی وجہ سے مساوی اور n کے تناسب حدت کے

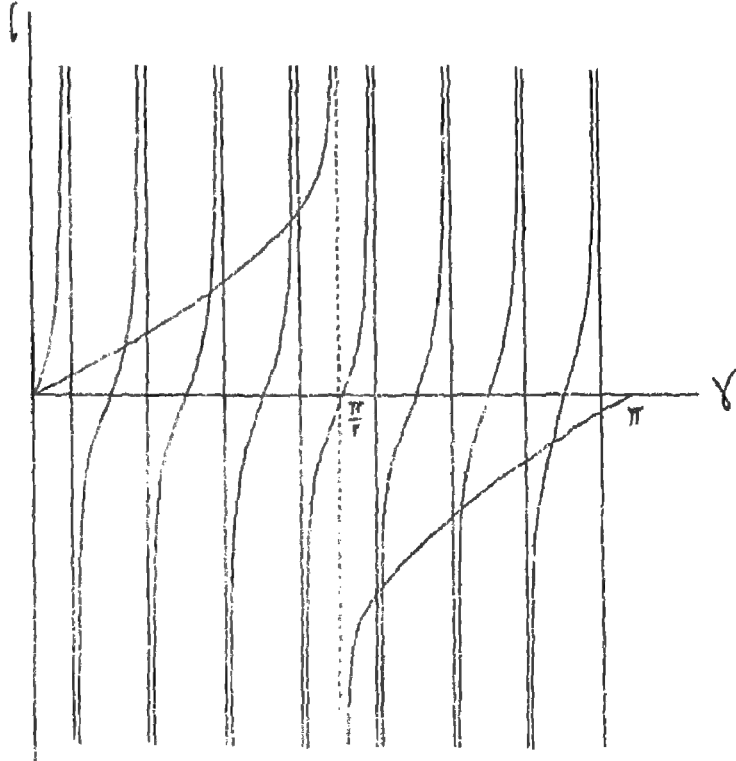
روشن بند پیدا ہوتے ہیں جس میں $n =$ جالی کے مجموعی خطوط کی تعداد۔ یہ روشن بند صدر اعظم حدت کے مقام ہیں۔ ایسے ہر دو متصل بندوں کے درمیان تنگ جھالنا پیٹیوں کا ایک سلسلہ ہوتا ہے جو جھریوں کی تعداد یعنی n کے اضافہ سے تنگ تر اور غیر واضح تر ہوتا جاتا ہے۔ اس لیے انکساری جالی کی صورت میں یہ جھالنا پیٹیاں غائب ہو جاتی ہیں۔

ثانوی اعظم حدت کے مقام مندرجہ ذیل منحنیوں کے تقاطع سے دریافت ہو سکتے ہیں:

$$(1) \quad m = n \text{ مس لا اور } (2) \quad m = \text{مس ن لا}$$

(جس میں $la = f_m + f_n$)۔

پہلی مساوات ایک منحنی کو تعبیر کرتی ہے جو خط $la = \frac{1}{n} \pi$ کا متقارب ہے۔



شکل ۵

اور دوسری مساوات اس کے مشابہ منحنیوں کے ایک مجموعہ کو تعبیر کرتی ہے جو
 $\frac{1}{p} = \frac{1}{\pi}$ کے متقارب ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل نمٹ جون = ۶ کے لیے
 تیار کی گئی ہے۔

لا کے تشاکل سے واضح ہے کہ اگر جالی کے شفاف خط غیر شفاف
 اور غیر شفاف خط شفاف ہو جائیں تو بھی تنویر میں کوئی فرق نہیں آئیگا۔
 چونکہ پردہ پر کے کسی مقام کی حامل تنویر دو اجزائے ضربی جب^۱ ف^۱ اور

جب^۲ ف^۲ کے حامل ضرب کے تابع ہے اس لیے اس حامل تنویر کی تعیین

کے لیے شکل نمٹ کے منحنی کے معینوں کو واحد جھری کی حدت تنویر کے منحنی کے
 متناظر معینوں سے ضرب دینا چاہیے۔ آخر الذکر معینوں کے عام تغیرات
 صدر اعظم حدت کے معینوں کے مقابلہ میں بہت ہی خفیف ہیں۔ اس لیے
 عموماً ان کا اثر ناقابل لحاظ ہوتا ہے، الا اس صورت میں کہ جب ف^۱ کی صفر

قیمت ٹھیک اس مقام پر واقع ہو جہاں دوسرے جزو ضربی (جب^۲ ف^۲) کا

صدر اعظم حدت کا مقام ہو۔ ایسی صورت میں واضح ہے کہ یہ اعظم حدت معدوم
 ہو جائیگی۔ ایسے مفقود طیفوں (یا طیفی خطوں) کا پتہ

$$1) (جب ع + جب ط) = م لہ اور (ل + ب) (جب ع + جب ط) = م لہ$$

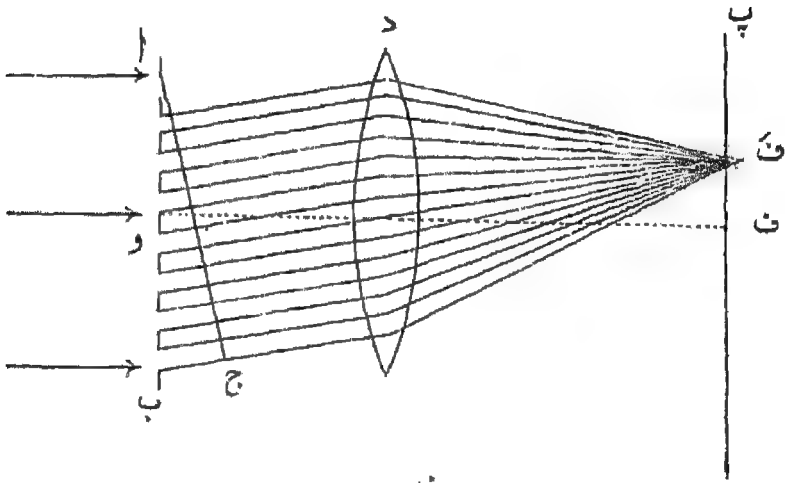
$$\text{سے چلتا ہے، یعنی } \frac{م}{م} = \frac{ل}{ل + ب}$$

$$\text{یا } \frac{ل}{م} = \frac{ل}{ل + ب}$$

جس میں م اور م صحیح اعداد ہیں۔ لکھیں جہاں کہیں م اور م میں یہ
 رشتہ ہو گا وہاں طیفی خط غیر موجود ہونگے۔

انکساری جالی کے عمل کی آسان ترقیہ۔ شکل نمٹ

ایک مستوی جھری اب کا خاکہ بتایا گیا ہے۔ اس پر متوازی شعاعوں کی پینل علی التواضع واقع ہوتی ہے۔ جالی جو دراصل شیشہ کی تختی ہے جس پر الماس کی ٹوک سے

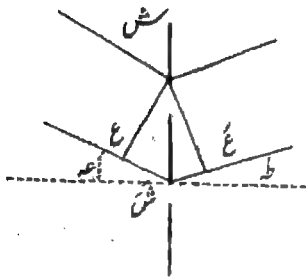


شکل ۱۵

مساوی فاصلوں پر باریک متوازی خطوط کھینچے ہوئے ہوتے ہیں اور کی موجوں کو منکسر کر دیتی ہے۔ یعنی لکیروں کے بیچ کے شفاف حصوں سے جو موجیں باہر آتی ہیں وہ مختلف سمتوں میں پھیل جاتی ہیں اور ان کا حاصل مجموعی اثر مختلف سمتوں میں تفاوتِ راہ کے لحاظ سے ایک دوسری کی تائید کرتا ہے یا ایک دوسری کو تلف کر دیتا ہے۔ جالی اور دیکھنے والے کی آنکھ (یا پردہ پ) کے بیچ میں ایک دوربین یا عدسہ د رکھا گیا ہے تاکہ منکسر شعاعیں ماسک پر جمع ہو جائیں۔ جہاں موجیں ایک دوسری کی مدد کرتی ہیں وہاں مبدائے نور کا روشن انکساری خیال پیدا ہوتا ہے اور جہاں موجیں ایک دوسری کو تلف کرتی ہیں وہاں تاریکی ہوتی ہے۔ شکل ۱۵ میں خیالِ سمت و ف میں ماسک پر لایا گیا ہے۔ یہ سمت شعاعوں کی ابتدائی سمت کے ساتھ زاویہ ب ا ج بناتی ہے۔ جالی کے شفاف حصوں کی چوڑائی اگر ا مانا جائے اور غیر شفاف حصوں یعنی لکیروں کی چوڑائی ب تو یہ فرض کر کے کہ واقع مستوی موج

جالی کے ستوی کے ساتھ زاویہ عم بناتی ہے اور منکسر موج زاویہ طہ۔ دیکھو شکل ۵۲۔
جالی کے دو قریب ترین مناظر مقاموں (شش'شش) سے آنے والی موجوں میں
تفاوت راہ

$$(ل + ب) \text{ جب عم} + (ل + ب) \text{ جب طہ} = (ل + ب) \text{ جب عم} + (ل + ب) \text{ جب طہ}$$



اگر یہ تفاوت ن ل کے مساوی
ہے جس میں ن کوئی ایک صحیح عدد ہے
تو اس سمت میں موجیں ایک دوسری
کی مدد کرینگی اور یہاں روشنی مشابہہ
ہوگی۔ اگر اس سمت سے متعلق زاویہ انکسار
کو طہ سے تعبیر کریں تو روشن مقام
کے لیے

$$(ل + ب) \text{ جب عم} + (ل + ب) \text{ جب طہ} = ن ل$$

شکل ۵۲
اگر یہ معلوم ہو جائے کہ جالی کے
فی سہر کتنے خط کھینچے گئے ہیں (بالفرض ع) تو $ل + ب = \frac{1}{ع}$ وقوع اور انکسار
زاویہ عم اور طہ دریافت کرنے پر طول موج لہ کی تعیین ہو جاتی ہے۔
مستوی انکساری جالی کے تجربوں کے لیے طیف پیمائش مفید آلہ
ہے۔ اس کی مینر کو متوازی الافق کر کے جالی کو اس پر انتصا با نصب کرتے ہیں اور
زاویہ وقوع عم کی پیمائش کے لیے توازی گر کی جھری کو دیے ہوئے نور سے منور
کر کے دور بین کو گھماتے ہیں یہاں تک کہ جالی کی سطح پر سے متوازی شعاعیں
منعکس ہو کر دور بین کی صلیبی تاروں پر اسکہ پر آ جاتی ہیں۔ توازی گراور دور بین
کے محوروں کا درمیانی زاویہ ۲ عم ہوگا۔ اس طرح جالی میں سے خارج ہو کر ن۔ وال
انکساری خط پیدا کرنے والی شعاعوں کا زاویہ انکسار طہ ناپ لیا جاتا ہے۔
انکساری طیف کے لیے بھی الغطاف سے پیدا ہونے والے طیف کی
طرح اقل انحراف کا زاویہ محسوب ہو سکتا ہے۔ چونکہ ن۔ ویں طیفی خط کا زاویہ انحراف

ف = ع + ط ن ، زاویہ ذ کی اقل قیمت کے لیے فز = فرع + فرط ن =
 اور چونکہ (ا + ب) (جب ع + جب ط ن) = ن لہذا ایک معینہ طول موج لہ اور
 درجہ طیف ن کے لیے

$$\text{جم ع فرع} + \text{جم ط ن فرط ن} =$$

∴ جم ع = جم ط ن یعنی ع = ط ن اس لیے کہ ع اور ط ن دونوں فرواً فرواً
 سے کمتر ہیں۔

پس اقل زاویہ انحراف فز = ع = ۲ ط ن

$$\text{∴ } ۲ (ا + ب) \text{ جب } \frac{۱}{۲} \text{ فز} = ن لہ$$

اقل انحراف کی وضع میں انکساری طیف کی وضاحت بہترین ہوتی ہے۔
 اور اس لیے یہ وضع لہ کی قیمت کی تعیین کے لیے بہت سودمند ہے۔

اگر مبدائے نور نقطہ ہے تو انکساری جالی سے پردہ پر اعظم تنویر کے
 جو مقام مشاہدہ ہونگے اور جن کو ہم مبداء کا انکساری خیال تصور کر سکتے ہیں وہ بھی
 نقطہ ہی ہونگے۔ اگر مبداء جالی کی لکیروں کے متوازی ایک جھری ہے تو انکساری
 خیال بھی جھری کے متوازی خط ہونگے۔ لیکن یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ان نقطوں
 یا خطوں کی چوڑائی بہت ہی کم ہوگی۔ اس لیے کہ اگر پہلی اعظم تنویر
 کی سمت واقع نور کی سمت کے ساتھ زاویہ ط م بناتی ہے اور ط + مف ط
 سمت میں تنویر صفر ہے یعنی اعظم تنویر کے بند کی نصف چوڑائی
 (زاویہ) مف ط ہے تو چونکہ ن جھریوں سے آنے والی موجوں کا
 حاصل ارتعاش صفر ہے اس لیے ارتعاشوں کی ترسیم بند دائرہ ہوگی اور
 پہلی اور آخری یعنی ن۔ ویں جھریوں سے آنے والے ارتعاشوں میں
 تفاوت ہیئت $\frac{۱}{۲} (۲۲)$ جو اگر ن کافی بڑا ہو تو $\frac{۲۲}{۲}$ ہی ہے
 پس ط + مف ط سمت میں دو متصل جھریوں سے آنے والی
 موجوں کی ہیئتوں میں تفاوت $\frac{۲۲}{۲}$ اور اس کا تناظر تفاوت راہ $\frac{۲۲}{۲}$ ہے
 پس جب ط = $\frac{۲۲}{۲}$ اور جب (ط + مف ط) = $\frac{۲۲}{۲}$

$$\text{جب } (ط + معط) = 1 + \frac{1}{n}$$

چونکہ n ایک بڑا عدد ہے اس لیے معط بہت چھوٹا زاویہ ہے۔ یعنی انکساری جالی میں اعظم تنویر کے بند بہت باریک ہوتے ہیں۔ اگر مبداء کا نور سفید ہو تو انکساری جالی میں نور کے انکسار سے طیف کے سلسلے نظر آئینگے۔ یہ طیف مختلف درجوں کے کہلاتے ہیں۔ طیف کا درجہ جیسے بلند تر ہوتا ہے اس کی وسعت بھی بڑھتی ہے لیکن حدت تنویر گھٹتی ہے۔ چونکہ بنفشتی رنگ کے نور کا طول موج سرخ سے چھوٹا ہے اس لیے طیف میں بنفشتی رنگ مبداء سے قریب ترین سمت میں ہوگا اور سرخ بعید ترین سمت میں۔

اب ہم یہ بتانا چاہتے ہیں کہ انکساری جالی میں کتنے درجوں کے طیف مشاہدہ ہو سکتے ہیں۔ اگر پہلی اعظم تنویر کی سمت کا زاویہ $ط$ ہے، اور جالی کے شفاف حصہ کی وسعت اور b اس کے غیر شفاف حصہ کی a تو

$$\text{جب } ط = \frac{a}{a+b}$$

لیکن جس زاویہ کے اندر جملہ طیف کی روشنی پھیلتی ہے وہ واحد جھری یا جالی کے شفاف حصہ کی چوڑائی کے تابع ہے اور واحد جھری کی تقریباً ساری روشنی مرکزی بند کے اندر محدود ہوتی ہے۔ اگر اس بند کی زاویہ وسعت کو $2 ط$ قرار دیا جائے تو جیسا کہ قبل ازیں واحد جھری کے بیان میں بتایا گیا ہے

$$\text{جب } ط = \frac{a}{a+b}$$

معمل میں عام طور پر طلبہ کی مشق کے لیے جو جالیاں استعمال ہوتی ہیں ان پر فی انچ کوئی ۳۰۰ لکیریں چھینچی ہوئی ہوتی ہیں۔ چونکہ ایک انچ = ۲.۵۴ سمر

$$\text{لہذا } (a+b) = \frac{2.54}{300}$$

اگر لہ کی قیمت 10×5 سمر فرض کی جائے تو

$$\frac{12000 \times 10 \times 5}{2500} = 10 \times 5 = \text{جب طم} = \frac{2500}{12000}$$

$$\text{جب طم} = 0.2083 \text{ اور طم} = 16$$

$$\text{جب طم} = 0.2083 \times 2 = 0.4166 \text{ اور طم} = 30$$

$$\text{جب طم} = 0.4166 \times 3 = 1.25 \text{ اور طم} = 48$$

پس اگر جالی کی جھریاں اتنی بھی تنگ فرض کی جائیں کہ 90 تو بھی ۳ سے زیادہ درجوں کے طیف مشاہدہ نہیں ہو سکیں گے۔ عام طور پر دو درجہ سے زیادہ کے طیف نہیں دکھائی دیتے ہیں۔

انکساری جالی کا انتشار اور تحلیلی طاقت

ہم مناظری آلات کی تحلیلی طاقت پر عام بحث میر دست ملتوی رکھ کر انکساری جالی کی تحلیلی طاقت کا مفہوم بیان کرنا چاہتے ہیں۔ ساتھ ہی اس کے انتشار کے لیے ایک جملہ بھی حاصل کر لیا جائیگا۔

چونکہ مستوی جالی میں n ۔ دیں درجہ کے طیف یا طیفی خط کے لیے

$$\text{جب طم} = \frac{n \lambda}{d + b} \text{ ہے اس لیے اس جملہ کو تفرق کرنے سے}$$

$$\frac{n}{d + b} = \frac{\text{فرط}}{\text{فرلہ}} = \text{انتشار}$$

جالی کی تحلیلی طاقت کا مفہوم یہ ہے کہ لہ اور (لہ + فرلہ) طول موج کی شعاعیں جب کسی جھری کو منور کرتی ہیں تو جالی اس منور جھری کے دو خیال پیدا کرتی ہے۔ یہ خیال دراصل دو منور بند یا پٹیاں ہیں جو فرلہ ایک بہت چھوٹی مقدار ہونے کی وجہ سے ایک دوسری کے بہت قریب ہوتی ہیں۔ ان میں امتیاز صرف اسی صورت میں ہو سکتا ہے جبکہ ایک طول موج کے نور سے پیدا ہونے والے منور بند کا مرکز (یعنی اعظم حدت کا مقام) دوسرے طول موج کے

نور سے پیدا ہونے والے منور بند کے کنارے (یعنی صفر حدت کے مقام) پر واقع ہو۔ ہم نے بتایا ہے کہ جالی کی لکیروں کی تعداد بہت بڑی ہوتی ہے تو یہ پٹیاں بہت باریک ہو جاتی ہیں اور اس لیے لہ اور لہ + فرلہ طول موج سے پیدا ہونے والے خیالوں میں امتیاز ہو سکتا ہے۔

چونکہ فرطہ = $\frac{ن فرلہ}{(ل + ب) جم طن}$ جس میں ن طیف کا درجہ ہے۔

اگر فرطہ جھری کے دونوں خیال میں سے کسی ایک کے مرکز اور صفر حدت کے کنارہ کا زاویہ فاصلہ ہے تو جیسا کہ قبل ازیں بتایا گیا ہے

$$(ل + ب) جب طن = (ن لہ + ل) ج$$

جس میں ن = جالی کی لکیروں کی مجموعی تعداد۔ پس اس جملہ کو پھیلانے سے اور یہ یاد رکھ کر کہ جم فرطہ = تقریباً

$$(ل + ب) جب طن + (ل + ب) جم طن فرطہ = ن لہ + ل ج$$

لیکن چونکہ $(ل + ب) جب طن = ن لہ$ اس لیے

$$(ل + ب) جم طن فرطہ = \frac{لہ}{ن} \text{ یعنی فرطہ} = \frac{لہ}{ن (ل + ب) جم طن}$$

$$\text{لیکن انتشار کے ضابطہ سے فرطہ} = \frac{ن فرلہ}{(ل + ب) جم طن}$$

$$\text{پس} \frac{لہ}{ن (ل + ب) جم طن} = \frac{ن فرلہ}{(ل + ب) جم طن}$$

$$\therefore \frac{لہ}{ن} = \frac{فرلہ}{ن} \text{ یا } \frac{لہ}{فرلہ} = ن$$

آخر الذکر جملہ کے لیے لارڈ ریلے (Lord Rayleigh) نے انکساری جالی کی تحلیلی طاقت نام تجویز کیا۔ پس یہ تحلیلی طاقت طیف کے درجہ اور جالی کی

لکیروں کی مجموعی تعداد کے حامل ضرب کے مساوی ہے۔
 انکساری جالی سے جو طیف پیدا ہوتے ہیں وہ خالص ہوتے ہیں
 یا باقاعدہ - معجزاتی طیف طبعی (normal) بھی ہوتے ہیں اس لیے
 کہ ان میں انتشار نور کا ضابطہ

$$\frac{\text{فرلہ}}{\text{فرلہ}} = \frac{n}{(1+b) \text{ جم طن}}$$

ہوتا ہے۔

واضح ہو کہ جم طن کو اگر نظر انداز کر دیا جائے (جو چھوٹے زاویوں
 کے لیے تقریباً ۱ ہے) تو انتشار محض طیف کے درجہ اور جالی کی لکیروں کی
 تعداد کے تابع ہے۔ پس طیف کے کسی بھی دو رنگوں کی وسعتوں کی نسبت
 مستقل ہوتی ہے۔ منشور کے طیوف میں یہ باقاعدگی نہیں ہوتی ہے۔ اس لیے
 کہ مختلف مادے کے منشوروں سے جو طیف پیدا ہوتے ہیں ان میں دیے ہوئے
 دو رنگوں کی چوڑائیوں کی نسبت مختلف ہوتی ہے۔ اس مسئلہ پر ہم کسی آئندہ باب میں
 زیادہ تفصیل سے بحث کریں گے۔

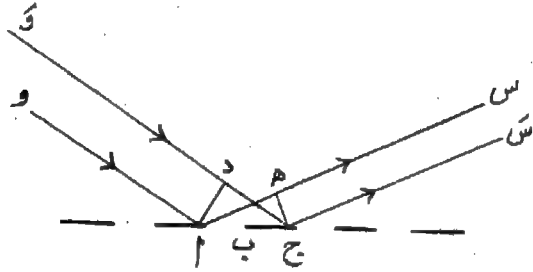
مفقود یا غیر موجود طیوف — ہم نے اوپر بیان کیا ہے

کہ جب جالی کے دو متصل شفاف حصوں میں کے متناظر مقاموں سے آنے والی موجیں
 سمت طہ میں منکسر ہوتی ہیں تو ان میں تفاوت راہ (۱ + ب) جب طہ ہوتا ہے
 جبکہ زاویہ وقوع صفر ہوتا ہے۔ (۱ + ب) اگر زاویہ وقوع صہ ہو تو تفاوت راہ
 (۱ + ب) (جب صہ + جب طہ) ہوتا ہے۔ اگر یہ تفاوت نصف طول موج
 کی جفت عددی ضعف یعنی $\frac{1}{2}$ لہ (۲) ہو تو اس سمت میں تنویر اعظم ہوگی۔
 لیکن ذرا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اگر یہ سمت طہ ایسی ہے کہ اس سمت
 میں جالی کے ہر شفاف حصہ پر جو نصف دوری منطبق پڑتے ہیں ان کی تعداد
 ایک جفت عدد ہوتی ہے تو اس سمت میں ہر شفاف حصے سے آنے والی موجوں کا
 اثر صفر ہوتا ہے اس لیے یہاں حامل تنویر صفر ہوتی ہے باوجود اس کے کہ

(۱ + ب) (جب ع + جب ط) = ن لہٰذا ایسے طوف مفقود یا غیر موجود کہلاتے ہیں۔

مستوی انعکاسی جالیوں سے نور کا انکسار۔

اگر کسی مجلے دھاتی سطح پر متساوی افضل باریک لکیریں کھینچی جائیں اور اس سطح پر سے نور منعکس ہو تو ایسی صورت میں بھی انکسار واقع ہوتا ہے شکل ۵۳ میں ا ب ج ایک مستوی انعکاسی جالی ہے۔ ا ب اس کا مجلہ اور ب ج



شکل ۵۳

غیر مجلے جزو ہے۔ متوازی شعاعوں کی پنسل د ا و ب اس پر واقع ہو کر مختلف سمتوں میں منکسر ہوتی ہے۔ ان میں سے ایک سمت ا س بتائی گئی ہے۔ ا سے شعاع و ج پر عمود ا د گراؤ اور ج سے شعاع ا س پر ج ہ۔ تب زاویہ وقوع د ا ب ہے اور زاویہ انکسار ہ ج ا۔ ان کو علی الترتیب ع اور ط سے تعبیر کرو۔ جالی کے تناظر متقابل اور ج سے منکسر ہونے والی موجوں میں تفاوت راہ د ج۔ ا ہ ہے۔ چونکہ جالی کے جزو ا ج کو (۱ + ب) سے تعبیر کیا جاتا ہے لہٰذا د ج۔ ا ہ = (۱ + ب) (جب ع۔ جب ط)۔ اگر یہ تفاوت راہ ن لہٰذا کے مساوی ہو جس میں ن ایک صحیح عدد ہے تو سمت ط میں

موجیں ایک دوسری کی تائید کر نیگی اور اس لیے سمت مذکور میں اعظم تنویر مشاہد ہوگی۔ اگر منکسر شعاعوں کی سمت جالی کے عمود کے بائیں جانب فرض کی جائے تو تفاوت راہ $d + \lambda$ ہوگا۔ پس اعظم تنویر کی سمت طہ کے لیے (بصورتِ عامہ)

$$(d + \lambda) = (n \pm \epsilon) \sin \theta$$

اور اگر یہ تفاوت راہ $\frac{\lambda}{2}$ $(n \pm 1)$ کے مساوی ہو تو اس سمت میں تنویر اقل ہوگی۔

موتی اور سیپ کے طیفی رنگ بھی انکسار نور سے پیدا ہوتے ہیں۔ ان کی سطحوں پر انعکاسی جالی کی طرح بہت ہی باریک لکیریں ہوتی ہیں جن کی وجہ سے سفید نور منکسر ہو کر طیفی رنگوں میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ بعض تیتروں کے پروں اور عمدہ ریشمی کپڑوں کا رنگ بھی اسی انکسار نور کی وجہ سے طیفی اور خوشنما نظر آتا ہے۔

مقعر انکساری جالی — مستوی انکساری جالی

کے طیف کو ماسکہ پر لانے کے لیے پہلے تو مبداء سے آنے والی شعاعوں کو متوازی پنسل میں تبدیل کرنا پڑتا ہے اور پھر بعد انکسار مختلف طول موج کی شعاعوں کو اکٹھا کر کے مختلف ماسکوں پر لانا پڑتا ہے جس کے لیے دو عدسوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ ان عدسوں کی وجہ سے نور کا معتد بہ حصہ جذب ہو جاتا ہے۔ رولینڈ (Rowland) نے مقعر جالی کو استعمال کر کے جالی کی لکیروں سے انکسار پیدا کیا اور اس کی کردیت سے منکسر شعاعوں کو مختلف ماسکوں پر مرکز کیا۔ اسی طرح بالائے بنفشی نور کے طیفی خطوط پر جو عموماً شیشہ کے عدسوں میں جذب ہو جاتے ہیں کام کرنے میں بڑی سہولت پیدا ہو گئی۔ اور رولینڈ کی مشین پر تیار کی ہوئی مقعر انکساری جالیاں روئے زمین کے تجسریہ خانوں میں بہ کثرت استعمال ہونے لگیں۔ مقعر جالی کی سب سے بڑی خوبی یہ ہے کہ جب وہ ٹیکن پر مناسب وضع میں کھڑی کی جاتی ہے تو اس کے طیف حقیقی منوں میں

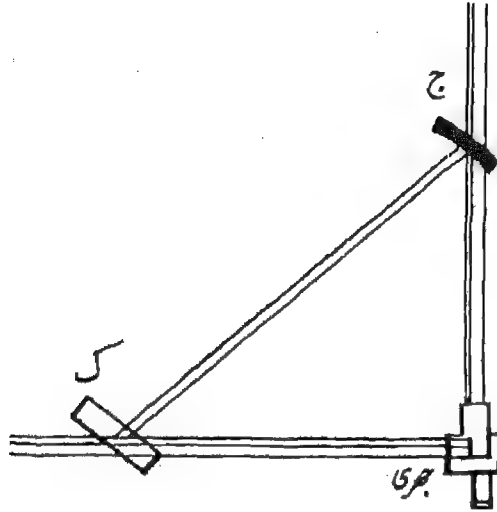
طبعی ہوتے ہیں یعنی طبعی خطوط کے درمیانی فاصلے اُن کے طول موج کے متناسب ہوتے ہیں۔ ایک اور خوبی یہ ہے کہ مقعر جالی کے مختلف رتبوں (Orders) کے جو طیف باہر نکلے گا تقریباً منطبق ہوتے ہیں وہ سب کے سب ماسک پر ہوتے ہیں۔ مثلاً طول موج ۲۹۵۰ کا ایک ماورائے بنفشتی دوسرے رتبہ کا طبعی خط جو سوڈیم کے پہلے رتبہ کے طیف کے D خطوط کے قریب پیدا ہوتا ہے ان خطوط کے فوٹو گراف کسے ساتھ اس کا بھی فوٹو گراف تیار ہو جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے ان خطوط کے طول موج کے لحاظ سے اس ماورائے بنفشتی خط کا طول موج بھی صحت کے ساتھ ناپ لیا جاسکتا ہے۔

مقعر جالی کی تنصیب - اس کے کئی طریقے ہیں۔ ہم پہلے

رو لینڈ کا تنصیبی طریقہ بیان کریں گے جیسا کہ آگے چل کر بیان کیا جائیگا حسابی کے نظریہ سے مستنبط ہوتا ہے کہ اگر جالی اور منور جھری دونوں ایک ایسے دائرہ کے محیط پر واقع ہوں جس کا قطر جالی کے نصف قطر اسخلاء کے مساوی ہے تو مختلف رتبوں کے جو طیف پیدا ہوتے ہیں وہ سب کے سب اسی دائرہ کے محیط پر ماسک پر آتے ہیں۔ یہ طیف دائرہ کے اس حصہ پر طبعی وضع میں صورت پذیر ہوتے ہیں جو جالی کے مقام تنصیب کے عین قطر مقابل ہوتا ہے۔ اگر جھری محیط دائرہ پر ایک جگہ سے دوسری جگہ ہٹا کر نصب نہیں کی جاسکتی (جیسا کہ آفتاب کے طیف کے تجربوں میں) تو رو لینڈ نے مندرجہ ذیل طریقہ تنصیب اختیار کیا۔

دو ثابت ریلوں یا شہتیروں پر جو باہر نکلے گا ٹھیک عملی التوا ہیں دو صائب راستے A اور B (دیکھو شکل ۴۴) تیار کیے گئے ہیں۔ ان راستوں پر دو پہیے دار سہارے حرکت کرتے ہیں جو ایک آٹری بوتے کی لمبی کے سروں کو پکڑے رکھتے ہیں جس کا طول مقعر جالی کے نصف قطر کے مساوی ہوتا ہے۔ ایک سہارے پر فوٹو گرافی کا کیمرو یا صندوقچہ رکھ دیا جاتا ہے اور دوسرے پر جالی ج۔ اور جھری ریلوں کے ملنے کے مقام کے اوپر مستقل طور پر نصب کر دی جاتی ہے۔ فوٹو گرافی کا کیمرو ک جب جھری سے دور ہٹایا جاتا ہے تو

مقعر جالی ج اس کے قریب تر ہوتی ہے۔ یہ تینوں یعنی کیمرا، جالی اور بھری



شکل ۵۲

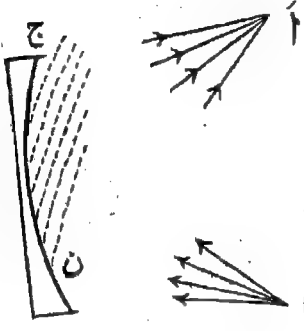
ہمیشہ ایک دائرہ کے محیط پر رہتے ہیں۔ اور جالی اور کیمرا دائرہ کے قطر کے مقابل سروں پر۔ ہر وضع میں مقعر جالی کا مرکز انحناء و فروغ گرافی کی تختی کے وسطی مقام سے منطبق رہتا ہے۔

رو لینڈ نے مقعر جالی کو چٹا رکھ کر بلحاظ اس کے وتر کے نہ بلحاظ مقعر سطح کی قوس کے مساوی فاصلوں پر لکیریں کھینچی ہیں۔ پیچ کو مساوی زاویوں میں پھرنے سے جالی کا وتر مساوی فاصلے آگے بڑھتا ہے۔ اور اس طرح جالی پر الماس کی نوک سے لکیریں کھینچی جاتی ہیں۔

مقعر جالی کا نظریہ۔ ہم یہاں رُنکے (Runge)

کا طریقہ بیان کریں گے۔ شکل ۵۵ میں فرض کرو جالی ج کی مقعر سطح پر ن کوئی ایک نقطہ ہے۔ نقطہ ۱ کا خیال نقطہ ۲ پر پیدا ہونے کے لیے ضروری ہے کہ جالی کی سطح پر کے ہر نقطہ ۱ پر ۲ سے جو موجیں آتی ہیں

۱ پر ایک ہی ہیٹ میں نہیں۔ یعنی شرط $ان + ن = ۱$ مستقل پوری ہو یا بالفاظ دیگر مقعر سطح ۱ اور ۱ ماسکوں والے گردشی ناقص نما کا جزو ہو۔ اب جالی کی سطح کے پاس ایسے ہم ماسکی ناقص نما تیار کرو جن کے مستقل فاصلے $ان + ن$ ہر ایک کے لیے علی الترتیب بقدر $\frac{۱}{۲}$ بڑھتے جائیں۔ (شکل میں جالی کے پاس نقطہ دار لکیریں ان سطحوں کو تعبیر کرتی ہیں)۔ مقعر جالی کی سطح ان ناقص نماؤں سے ایسے منقطعوں میں منقطع ہوگی جس کے



شکل ۷۵

ہر مرکز سے ۱ پر آنے والی نور کی موجیں باعتبار ہیٹ اس کے متصل مرکزوں سے آنے والی موجوں کے عین مخالف ہونگی۔ اگر $ان$ اور مقعر جالی کا نصف قطر اشخاص کافی بڑا ہو تو یہ منطق تقریباً مساوی چڑائی کے ہونگے اور اس لیے ان سے آنے والی موجوں کا حاصل اثر ۱ پر صفر ہوگا۔ پس اگر ہر دوسرے منطق کو لکیر بیچ کر بیکار کر دیں تو اتنی عمل ناپید ہو جائیگا اور ۱ پر تنویر مشاہدہ ہوگی۔ مگر اس کے بعد ثبات کرتا ہے کہ ایسی صورت میں جالی پر ۱ سے مفروضہ طول موج لہ سے ذرا بھی مختلف طول موج کا اگر نور واقع ہو تو ۱ پر تنویر صفر ہوگی۔

شکل ۷۶ میں فرض کرو کہ مقعر گردی جالی کی سطح کا اس محدود لا، اور ۱ کے مبداء پر واقع ہے اور سطح خود مای مستوی کے ساتھ ماسی ہے۔ اگر کہہ کا نصف قطر ص ہو تو اس سطح کی مساوات

$$لا^۲ + ما^۲ + ی^۲ - ۲ص لا = ۰ \text{ ہوگی۔}$$

[اس لیے کہ لا کا محور گردی سطح کے راس اور کہہ کے مرکز میں سے گزرتا ہے۔]

$$\frac{لا^۲ + ما^۲ + ی^۲}{ص} = لا^۲ \text{ لیکن گروہ کی مساوات سے}$$

$$پس لا^۲ = \frac{لا(لا^۲ + ما^۲ + ی^۲)}{ص}$$

∴ (۱۸) = لا^۲ - لا^۲ ب ۲ + ما^۲ (۱ - ۱/ص) + ی^۲ (۱ - ۱/ص) + لا^۲ (۱ - ۱/ص)
لیکن مقعر جالی کی مصرعہ بالا وضع سے ظاہر ہے کہ لا بلحاظ ما اور ی کے
دوسرے رتبہ کی مقدار ہے پس رقم (۱ - ۱/ص) لا متروک کر دی جاسکتی ہے اور

$$(۱۸) = لا^۲ \left\{ ۱ - \frac{ب ۲}{۲} + \frac{ما^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) + \frac{ی^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) \right\} \text{ تقریباً}$$

اب بائیں جانب کے جملے کو مسئلہ ثنائی کے ذریعہ پھیلا کر تیسرے رتبہ کی رقموں
کو نظر انداز کرنے سے

$$(۱۸) = لا^۲ \left\{ ۱ - \frac{ب ۲}{۲} + \frac{ما^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) + \frac{ی^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) \right\}$$

$$= لا^۲ \left\{ ۱ - \frac{ب ۲}{۲} + \frac{ما^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) + \frac{ی^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) \right\}$$

$$\text{لیکن } \frac{ما^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) = \left(\frac{ب ۲}{۲} - ۱ \right) \frac{ما^۲}{۲} = \frac{ما^۲}{۲} - \frac{ما^۲}{۲} \frac{ب ۲}{۲}$$

$$\frac{ی^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) = \frac{ی^۲}{۲} - \frac{ی^۲}{۲} \frac{ب ۲}{۲}$$

$$\text{پس (۱۸) } = لا^۲ \left\{ ۱ - \frac{ب ۲}{۲} + \frac{ما^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) + \frac{ی^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) \right\}$$

$$= لا^۲ \left\{ ۱ - \frac{ب ۲}{۲} + \frac{ما^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) + \frac{ی^۲}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{ص} \right) \right\}$$

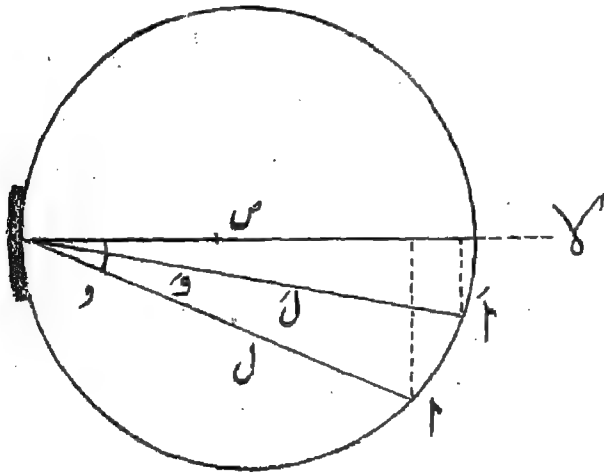
محسوس ہوگی جبکہ ان دو متصل کے منطوقوں سے اس تک آنے والی موجوں میں تفاوتِ راہ طویل موج کی ایک صحیح ضعف ہے۔ یعنی جبکہ

$$\left(\frac{ب}{ن} + \frac{ب}{ن}\right)(ا + ط) - \left(\frac{ب}{ن} + \frac{ب}{ن}\right)ا = م لہ$$

جس میں م ایک صحیح عدد ہے۔ یعنی جبکہ $\left(\frac{ب}{ن} + \frac{ب}{ن}\right)ا = م لہ$ اس کے یہ معنی ہوئے کہ جالی کے وتر پر لکیریں مساوی فاصلہ سے کھینچی جانی چاہئیں۔

شکل ۵۵ میں فرض کرو ا بھری ہے اور ا متعلقہ طیفی خط چرنکہ

$$ط = \left(\frac{ب}{ن} + \frac{ب}{ن}\right)ا = ط (جب و + جب و) = م لہ$$



شکل ۵۵

اس لیے زاویہ و کو مستقل رکھ کر تفرق کرنے سے $ط جم و فرو = م فرلہ$ لیکن $ص فرو = جزو قوس (فرس)$
 $\therefore ط = \frac{جم و}{ص} فرس = م فرلہ$

$$\text{یعنے} \quad \frac{\text{فرس}}{\text{فرلہ}} = \frac{\text{م ص}}{\text{طجم و}}$$

فرس طیف کا پیمانہ ہے یعنے دو طیفی خطوط جن کے طول موج اکائی کا فرق رکھتے ہیں ان کا درمیانی فاصلہ ہے۔ یہ پیمانہ اُس وقت اقل ہوتا ہے جبکہ زاویہ و = ۰۔ یعنے جبکہ اُ جالی کے عمود پر واقع ہوتا ہے۔ اُ جب اس عمود کے قریب ہوتا ہے تو پیمانہ بہت آہستہ تبدیل ہوتا ہے۔ بالفاظ دیگر یہاں طیف طبعی ہوتا ہے۔

پیش کشی (Paschen) کا تنصیبی طریقہ۔ ہمہ قسم کے طیف نامائی تجربوں

کے لیے مقرر جالی کی سب سے بہتر تنصیب پیش کشی (Paschen) کی مجوزہ ہے۔ اس میں انتہائی صلابت

کے ساتھ ایک بڑی خوبی یہ ہے

کہ اس کے ذریعہ وقت و واحد میں

اگر ضرورت ہو تو تمام ریتوں کے

طیوٹ حاصل کیے جاسکتے ہیں۔

رو لینڈ والے دائرہ کے ایک

نصف حصہ پر سمٹ سے ایک

فولادی راستہ نصب کیا جاتا ہے۔

ملاحظہ ہو شکل ۵۸۔ اور فولڈو گرائی

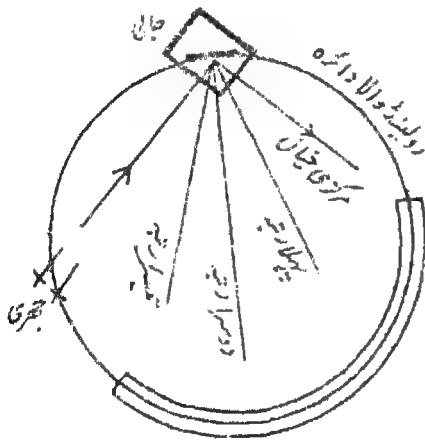
کی تختیاں اس راستہ پر جادی جاسکتی

ہیں۔ جالی دائرہ کے ایک دوسرے

نظام پر علیحدہ مستقلاً نصب کی جاتی ہے اور چھری دائرہ کے دوسرے بازو میں۔

مرآح طریقہ پر خفیف پیمائے کمرہ کی ایک دیوار میں سوراخ کر کے علیحدہ نصب

کی جاتی ہے۔ مبدائے نور بازو والے کمرہ میں ترتیب دیا جاسکتا ہے۔

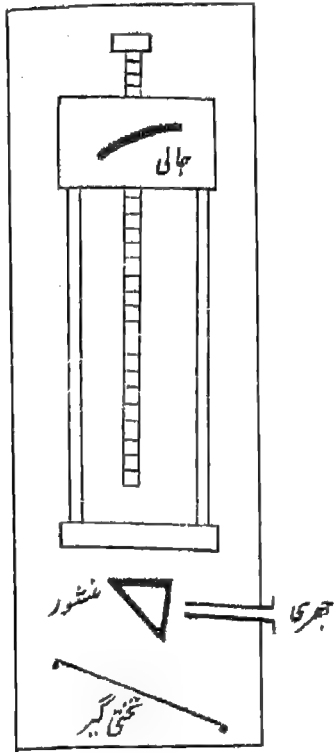


شکل ۵۸

طیف پیمیا والے کمرہ کی دیواریں سیاہ رنگی جاتی ہیں۔ اور کمرہ کی ٹیش مشین رکھی جاتی ہے۔

۱ ایگل (Eagle) کا تنصیبی طریقہ - شکل ۵۹ میں

اس کے اہم اجزاء کی سرسری توضیح کی گئی ہے۔ تختی گیر جس میں فوٹو گرافی کی تختی رکھی جاتی ہے "نوسا ہند" لمبے صندوق کے ایک سرے کے پاس استادہ کیا جاتا ہے۔ یہ ایک انتصابی محور کے گرد گھمایا جاسکتا ہے جس کی وجہ سے جالی کی مختلف وضعوں میں طیف کا فوٹو تختی پر بنتا ہے۔ جبری کی نلی صندوق کے ایک پہلو میں تختی گیر کے سامنے ایسے فاصلہ پر واقع ہوتی ہے کہ انعکاس کلتی پیدا کرنے والے منشور میں جبری کا مجازی خیال فوٹو گرافی کی تختی کے مرکز کے عین نیچے کے ایک نقطہ سے منطبق ہوتا ہے۔ جبری سے نکل کر نور کا منشور میں کلتی انعکاس ہوتا ہے اور اس طرح نور کی شعاعیں صندوق کے دوسرے سرے کے قریب پہنچ کر جہاں مقعر جالی استادہ کی ہوئی ہوئی ہے جالی سے منعکس ہوتی ہیں۔ جالی انتصابی محور کے گرد گھمائی جاسکتی ہے اور لمبے تیج کی مدد سے جبری کے قریب یا اس سے دور لائی جاسکتی ہے۔



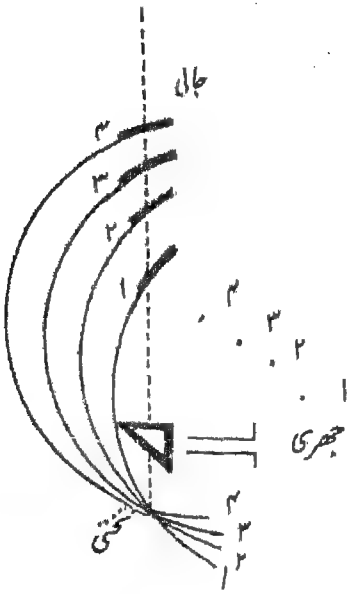
شکل ۵۹

شکل ۵۹ میں جو دائرے نیچے گئے ہیں رولینڈ والے دائرہ کی مختلف وضعیں ہیں جبکہ جالی کو آگے یا پیچھے ہٹانے اور محور پر گھمانے سے ان دائروں کا مرکز نشانات ۱، ۲، ۳ وغیرہ پر منتقل ہوتا ہے۔ جالی کی مختلف وضعیں بھی

اس دائرہ کی مختلف وضعوں میں ان ہی نشانات کے ذریعہ سے ظاہر کی گئی ہیں۔
جھری جالی اور فرٹو گرائی کی تختی ہر صورت میں (ولینڈ والے دائرہ ہی پر
واقع ہونی چاہیے۔

۱ ایگل والی تنصیب میں طبعی خطوط کی
عدم ماسکیت (Astigmatism)

جو طیف کے رتبہ کے ساتھ بڑھتی جاتی ہے
رو لینڈ والی تنصیب کے مقابلہ میں
بہت کم ہوتی ہیں اور اس لیے طیف
کی حدت تنویر بھی نسبتاً زیادہ ہوتی ہے۔
اس کے علاوہ ایگل والے طریقہ میں
زیادہ رتبہ کے اور نیز عمود کے دونوں
جانب کے طیف پر کام کیا جاسکتا ہے۔
جو رو لینڈ کی تنصیب میں نہیں
ہو سکتا۔



شکل ۶۰

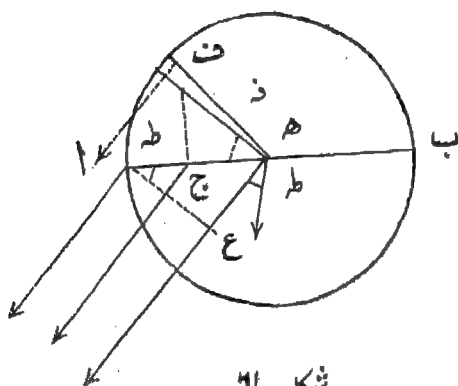
داری سہوہ سے

نور کا انکسار۔ اب ہم احصار کے ذریعہ اس مسئلہ کو حل کر سینگے
اور ایک جملہ چل کرینگے جو مناظری آلات کی تحلیلی طاقت (Resolving power)
کے محسوب کرنے میں بہت استعمال ہوتا ہے۔

شکل ۶۱ میں ہ دائرہ کا مرکز ہے اور ص اس کا نصف قطر۔ ہ ع
دائرہ کا مرکزی عمود ہے اور ا ب اس کا ایک قطر۔ ہم دریافت کرنا چاہتے
ہیں کہ سمت لہ میں جب متوازی شعاعوں کی پینل منکسر ہو کر ماسک م پر
آتی ہے تو وہاں نور کی کیا حدت ہوتی ہے۔

فرض کرو کہ نقطہ ۱ کے پاس کے ایک جزو رقبہ سہوہ صہ فرقہ فرضہ
سے آنے والی نور کی موجوں کی وجہ سے ماسک م پر نقل مکان کی تعبیر

جب ۳۲ $\frac{1}{2}$ صد فرضہ سے ہوتی ہے۔ اور ۵۰ ف = ۵۰ صدہ اور



زاویہ α \neq فہ سپروہ کے کسی نقطہ ف کے محدود ہیں۔ شکل کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ α سے آنے والی اور ج سے آنے والی شعاعوں میں تفاوت راہ α ج جب ط ہے۔

ف سے جو شعاع سمت ط میں منکسر ہونے والی نیل کے متوازی آتی ہے اس کا تفاوت راہ بھی بلحاظ ۱ سے آنے والی شعاع کے ج جب ط ہے اس لیے کہ ج نقطہ ف سے قطر ۱ ب پر گرائے ہوئے عمود کا پائین ہے۔ پس ف سے آنے والی موج کی وجہ سے ماسکہ م پر نقل مکان

جب π $\left(\frac{1}{9} - \frac{1}{9} \right)$ ج جب $\frac{1}{9}$ صہ فرفہ فرصہ ہوگا۔

جس میں صہ فرفہ فرصہ نقطہ ف کے پاس کا جزو رقبہ سہوہ ہے۔

چونکہ آج = ص - صد حجم اس لیے پورے سپرے سے پیدا ہونے والا نقل مکان

$$\pi^2 = \text{کبرک} \cdot \text{صه جب} \left(\frac{9}{5} - \frac{\text{ص جب ط}}{\text{ل}} + \frac{\text{ص جم ف جب ط}}{\text{ل}} \right) \text{فر ف فر صه}$$

اس جملہ کو پھیلانے سے نقل مکان

$$ل = \frac{3}{2} \times \text{جب } \left(\frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} - \frac{3}{2} \right) \frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} \text{ فرضہ}$$

$$+ \frac{3}{2} \times \text{جب } \left(\frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} - \frac{3}{2} \right) \frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} \text{ فرضہ}$$

$$\text{اب فرض کرو کہ } \frac{3}{2} = \left(\frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} - \frac{3}{2} \right)$$

$$1 = \frac{3}{2} \times \text{جب } \frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} \text{ فرضہ اور}$$

$$ب = \frac{3}{2} \times \text{جب } \frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} \text{ فرضہ}$$

$$\text{پس } ل = ا + جب + ب + جم$$

$$\text{اگر } \frac{ب}{ا} = \text{مس بہ اور ج} = \frac{ب + ا}{ب + ا + ج} \text{ تو واضح ہے کہ}$$

$$ل = ا + جب + ب + جم = \frac{ب + ا}{ج} + \frac{ب + ا + ج}{ج}$$

$$\text{جم بہ} = \frac{ا}{ج} \text{ اور جب بہ} = \frac{ب}{ج}$$

$$\text{پس } ل = (جم بہ جب + جب بہ جم) + \frac{ب + ا}{ج}$$

$$\text{یعنی } ل = ج جب (ع + ب) \text{ اور ماسکہ م پر حدت تنویر}$$

$$ح = ج = ا + ب$$

$$\text{پس ح} = \left(\frac{3}{2} \times \text{جب } \frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} \text{ فرضہ} \right) +$$

$$\left(\frac{3}{2} \times \text{جب } \frac{\text{ص جب ط}}{\text{جم}} \text{ فرضہ} \right) +$$

حدت کے اس جملہ میں دوسری رقم کا مکمل صفر ہے اس لیے کہ اس کے اجزاء جو سپرہ کے کسی قطر پر بھی مرکوزہ کے باہم دیگر مخالف سمتوں اور

مساوی فاصلوں سے متعلق ہیں ایک دوسرے کے مساوی اور مخالف علامت رکھتے ہیں۔ پس ماسکہ پر حدت

صہ = $\left(\frac{3}{2} \text{ صہ } - \frac{1}{2} \text{ صہ } \right) \frac{3}{2} \text{ صہ } - \frac{1}{2} \text{ صہ } \text{ جب طہ } \frac{3}{2} \text{ صہ } - \frac{1}{2} \text{ صہ } \text{ فرضہ } \left(\frac{3}{2} \text{ صہ } - \frac{1}{2} \text{ صہ } \right)$
اس جگہ کو ہم بلحاظ صہ بالخصوص اور بلحاظ ذہ فی السلسلہ مکمل کر سکتے ہیں اور بالآخر

$$\text{صہ} = \left(\frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ} \right) \frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ} \text{ جب طہ } \frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ} \text{ فرضہ } \left(\frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ} \right)$$

جس میں م کی تعریف $\frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ} = \frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ}$ جب طہ سے ہوتی ہے۔
یہ نتیجہ ایری (Airy) نے سلسلہ ام میں دریافت کیا تھا سلسلہ بالا م کی تمام قیمتوں کے لیے مستحق ہے اور علی التواثر م کی قیمت کے اضافہ کے ساتھ مثبت اور منفی ہوتا ہے۔ پس م اور اس لیے طہ کی بعض قیمتوں کے لیے ماسکہ پر حدت تنویر صفر ہوتی ہے۔ اس لیے وہاں ہم مرکز منور اور تاریک حلقوں کا سلسلہ پایا جاتا ہے۔ کسی منور یا تاریک حلقہ سے متعلق زاویہ ذہ کی تعیین کے لیے سلسلہ مندرجہ بالا میں تناظر م کی قیمت معلوم کر کے اس کو $\frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ}$ کے مساوی لکھنا چاہیے۔ اس طرح جب طہ = $\frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ}$ اور

اس کے ذریعہ طہ کی قیمت معلوم ہو جائیگی۔ مساوات آخر الذکر سے ظاہر ہے کہ کس حلقہ سے متعلق زاویہ طہ براہ راست طول موج لہ کے اور بالعکس سہوہ نصف قطر ص کے متناسب ہے۔ سہوہ جوں جوں بڑا ہوتا ہے مرکزی انکساری دائرہ یاد ارغ اور اس کے ہم مرکز انکساری حلقوں کے قطر چھوٹے ہوتے جاتے ہیں اسی وجہ سے ثابت ستاروں کے خیال بڑے سہوہ کی دور بینوں میں بہ نسبت کمتر سہوہ کی دور بینوں کے چھوٹے نظر آتے ہیں۔

ذیل میں $\frac{3}{2} \text{ صہ} - \frac{1}{2} \text{ صہ}$ کی قیمتیں پہلی تین اعظم و اقل حدتوں سے متعلق آر۔ ڈبلیو۔ وُڈ (R. W. Wood) کی کتاب فزیکل آپٹکس سے

نقل کی جاتی ہیں :-

۱ عظم	$\frac{۲}{۳}$	حدت	۱ اقل	$\frac{۲}{۳}$	حدت
پہلا	۰	۱	پہلا	۰.۵۶۱	۰
دوسرا	۰.۵۸۱	۰.۵۰۱۴۳	دوسرا	۱.۶۱۱۶	۰
تیسرا	۰.۵۳۳۳	۰.۵۰۰۴۱	تیسرا	۱.۶۶۱۹	۰

دور بین کی تحلیلی طاقت - جس قدر قریب کے دو مبدلے (نور) دور بین میں علیحدہ علیحدہ نظر آتے ہیں اس کی تحلیلی طاقت اُسی قدر بڑی تصور کی جاتی ہے۔ فضاء میں بہت سے ثابت ستارے دوہرے ہیں۔ یعنی تجاذبی قوت کے زیر اثر دو دو (یا بعض صورتوں میں ان سے زیادہ تعداد کے) ستاروں کے مستقل نظام ہوتے ہیں۔ چونکہ ہمارے نظام شمسی سے نہایت دور واقع ہیں اس لیے اکثر خالی آنکھ یا چھوٹی دوربینوں میں ایک ہی ستارہ کی شکل میں نظر آتے ہیں۔ ایسے دو نیلے نظام کے ستاروں کو علیحدہ علیحدہ دیکھنے کے لیے ضرور ہے کہ ایک ستارے کے انکسار (نور کا مرکزی منور دائرہ) دوسرے ستارے کے انکسار (نور کے پہلے اقل یعنی ہمارے حلقہ پر یا اس سے بعید واقع ہو۔ اگر دور بین کا سہوہ (س) (یا نصف قطر ص = $\frac{۱}{۲}$) ہو تو جیسا کہ جدول میں بتایا گیا ہے پہلے اقل حلقہ سے متعلق طہ کا ضابطہ

$$\text{جب طہ} = ۰.۵۶۱ = \frac{\text{لہ}}{\text{ص}} = ۱.۶۲۲ = \frac{\text{لہ}}{\text{س}} \text{ ہے۔}$$

دو ستاروں کا درمیانی زاویہ مصرعہ بالا طہ سے زائد ہونا چاہیے تاکہ وہ ایک دوسرے سے جدا نظر آئیں۔ چونکہ طہ ایک بہت ہی چھوٹا زاویہ ہوتا ہے اس لیے بجائے جب طہ کے خود طہ ہی لکھ سکتے ہیں۔

اور تحلیل کے لیے ضرور ہے کہ ط < ۰.۶۱۔ ص

ہماری آنکھوں کے لیے سب سے آرام دہ رنگ سبز ہے۔ تھلیئم (Thallium) کے سبز طیفی خط کا طول موج ۵۳۵۰.۵۷ انکسٹروم ہے۔ پارے کا ایک سبز طیفی خط کا طول موج ۵۴۶۰.۵۷ ہے اور ہائیڈروجن کے H_{β} سبزی ائل نیلے طیفی خط کا طول موج ۴۸۶۱ ہے۔ پس اگر سہولت کی خاطر تحلیلی طاقت والے حملے میں نہ کو ۵۰۰۰ انکسٹروم یا ۵۰۰۰ مٹی میٹر مائیں اور زاویہ ط کو سلکٹووں یعنی ثانیوں میں محسوب کریں تو دو قریب کے ستاروں کی تحلیل کے لیے

$$\text{ط} = \frac{۳۶۱۲ \times \text{ث}}{۶۰ \times ۶۰ \times ۱۸۰} < \frac{۰.۶۱ \times ۰.۵۰۰۰۵}{\text{ص}}$$

جس میں ث ستاروں کے درمیانی زاویہ کی قیمت ثانیوں میں ہے۔ اور ص دور بین کے دہانے والے عدسہ کے سپوہ کا نصف قطر مٹی میٹروں میں۔

$$\text{پس تحلیل کے لیے ث} < \frac{۶۲۵۹}{\text{ص}}$$

مونٹ ولسن (Mount Wilson) کی مشہور رصدگاہ

کی سب سے بڑی دوربین کا سپوہ ایک سوانچ یعنی ص = ۵۰ انچ یا ۱۲۷۰ مٹی میٹر ہے۔ پس یہ دوربین $\frac{۶۲۵۹}{۱۲۷۰}$ یعنی ۵.۳۹۵ ثانیہ تک کے قریب کے دو ستاروں کو بھی تحلیل کر سکتی ہے۔

باہینے (Babinet) کا اصول - فرض کرو کہ ایک منور

سپوہ کے سامنے ایک غیر شفاف پرت رکھی جاتی ہے جس میں جہاں ایک ہی ناپ کے چھوٹے چھوٹے گول سوراخ کر دیے گئے ہیں۔ اگر اس پرت کے

سامنے کسی پردہ پر ان سوراخوں کے انکسار نور سے پیدا ہونے والی شکلوں پر غور کیا جائے تو پردہ کے کسی نقطہ N پر جہاں متوازی انکسادی شعاعیں ان سوراخوں سے سمت ط میں اکٹھا ہوتی ہیں تنویر دو مکملوں کے مربعوں کے حاصل جمع کے مساوی ہے جو ان سوراخوں کے رقبوں کے گرد لیے جاتے ہیں یعنی جن میں ان سوراخوں کے پورے رقبوں کا اثر محسوب ہے۔ ہم اس تنویر کو $A^2 + B^2$ سے تعبیر کریں گے۔ اگر پرت کے سوراخ بند کر دیے جائیں اور ان کا درمیانی غیر شفاف حصہ شفاف کر دیا جائے۔ گویا پہلی پرت کی متمم (Complementary) پرت استعمال کی جائے تو اسی نقطہ N پر تنویر کی تعبیر اب $A^2 + B^2$ سے ہوگی۔

واضح ہے کہ پردہ اگر سوراخوں سے بالکلیہ معزاً ہوتا تو نقطہ N پر تنویر صفر ہوتی بشرطیکہ N نور کے ناصیہ موج کے ماسک پر واقع نہ ہو۔ پس اس سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ پہلی نوع کی پرت کی وجہ سے پردہ پر جو حاصل تنویر پیدا ہوتی ہے وہ دوسری نوع کی پرت والی حاصل تنویر کو کا عدم کر دیتی ہے۔ یعنی

$$0 = (A^2 + B^2) + (A^2 + B^2)$$

اس کے لیے ضرور ہے کہ $A = -A$ اور $B = -B$ پس پرت خواہ نوع اول کی ہو یا نوع دوم کی ہر صورت میں پردہ پر تنویر ایک ہوتی ہے۔ یعنی انکسار نور کی شکلیں ایک ہوتی ہیں فرق صرف یہ ہوتا ہے کہ پرتوں کے بدلنے سے تنویر کی حاصل ہیئت $A^2 + B^2$ میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

اکلیل یا کورونے۔ چاند سورج اور تیز روشنی والے چراغوں کے گرد بعض اوقات جو رنگین دائرے نظر آتے ہیں اور انگریزی میں (Coronæ) کہلاتے ہیں اسی انکسار نور ہی سے پیدا ہوتے ہیں۔ ہم ان کے لیے اکلیل نام تجویز کرتے ہیں۔ ان کو ہالو (Halo) نہیں کہہ سکتے اس لیے کہ ہالے چاند سورج کے گرد مدھم سفید رنگ کے وسیع حلقے ہیں۔ ان کا نصف قطر تقریباً $\frac{1}{22}$ ہوتا ہے اور ان کا باعث برف کی مہین قلموں کا

انتشار نور ہے۔ کبھی کبھی یہ حلقے رنگین بھی ہوتے ہیں۔ لیکن ان حلقوں کا بیرونی حاشیہ سُرخ ہوتا ہے اور اندرونی سبز۔ اس کے برعکس اکلیل روشن دائروں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ ان کا اندرونی دائرہ سبز یا بعض اوقات زردی مائل ہوتا ہے اور بیرونی حلقہ سُرخ۔ اکلیل پانی کے چھوٹے قطروں کے انکسار نور کی وجہ سے نظر آتے ہیں جو ابر یا کُہر کی نسبت پتلی چادروں میں معلق رہتے ہیں قطرے جتنے چھوٹے ہونگے اکلیل کا قطر بڑا ہوگا۔ ریشہ نما (Cirrus) ابروں سے چاند کے گرد جو اکلیل پیدا ہوتے ہیں ان کے سب سے اندرونی دائرہ کا رنگ عموماً زردی مائل سفید ہوتا ہے ان کے بیرونی سُرخ حلقہ کا قطر ۳ اور ۴ درجوں کے مابین پایا جاتا ہے۔ ریشہ نما ابر اس ملک میں بارہ کلومیٹر بلندی پر واقع ہوتے ہیں۔ طبق نما (Stratus) ابر ان سے بہت کمتر بلندیوں پر صورت پذیر ہوتے ہیں اور ان سے جو اکلیل بنتے ہیں ان کے بیرونی سُرخ حلقوں کا قطر ۷ اور ۸ درجوں کے درمیان ہوتا ہے۔ کبھی بغیر نمایاں ابر یا کُہر کے بھی چاند اور مصنوعی مبدائے نور کے گرد رنگین اکلیل دکھائی دیتے ہیں۔ اُس وقت عموماً ہوا سرد اور مرطوب پائی جاتی ہے۔ ان کی پیدائش بھی قطرات آب کے انکسار نور پر منحصر ہے۔ اگر سردیوں کے موسم میں ایک شیشہ کی تختی کو جو رنگین ہووٹنہ کے سامنے رکھ کر سانس باہر پھونکا جائے تو سانس کے ساتھ مرطوب ہوا خارج ہو کر سرد شیشہ پر بہت ہی چھوٹے پانی کے قطروں کی ایک پتلی ”جھلی“ جمادیگی۔ اب اگر اس تختی کو کسی مبدائے نور کے سامنے رکھ کر دیکھیں تو بہت ہی خوبصورت اکلیل دکھائی دینگے تختی پر کے قطرات آب عملِ بخیر کی وجہ سے بہت جلد چھوٹے ہوتے جائینگے اور اس کے ساتھ اکلیل کے دائروں کے قطر اور ان کے رنگ بھی تبدیل ہوتے جائینگے۔

طبیعی یا مصنوعی ذرائع سے جو اکلیل نظر آتے ہیں ان میں بعض اوقات دوسرے اور تیسرے رتبہ (Order) کے لطیف بھی پائے جاتے ہیں۔ ایک رتبہ کے آخری لطیفی حلقے اور اس کے بعد کے رتبہ کے پہلے حلقے کے بیچ میں اکثر ایک سیاہ حلقہ بھی دکھائی دیتا ہے۔

مکلیل خواہ وہ مرئی ابر کی وجہ سے پیدا ہوں یا غیر مرئی قطرات آب کی وجہ سے ہوا کی مرطوبیت اور تیش کے ساتھ فوراً تبدیل ہوتے ہیں۔ مولف کتاب نے ان کو ہوا کی جو تپائی (Meteorological) کیفیت کی تبدیلی کے ساتھ اپنی آنکھوں کے سامنے منتے تبدیل ہوتے اور مٹتے ہوئے دیکھا ہے۔ ان کے مشاہدہ سے بہت مفید معلومات فراہم ہو سکتے ہیں۔

نور کا چھوٹے ذرات کے اثر سے بکھرنا اور آسمان کے

نیلے رنگ کی توجیہ۔ دھویں کے نیلے رنگ سے ہر کوئی واقف ہے۔ اس کے ہمیں ٹھوس ذرات آفتاب کی روشنی کو بکھیر کر منتشر کر دیتے ہیں۔ سب سے کم طول موج کا نور سب سے زیادہ بکھرتا ہے ٹنڈل (Tyndall) نے ایک شیشے کی نلی میں نائٹریٹ آف بیوٹل (Nitrite of butyl) کے بخار اور میٹروکلورک ٹیس کو لپست دباؤ کے تحت مٹنے دیا۔ اس طاب سے ہمیں ذرات ابر کی صورت میں رونما ہوئے۔ ان ذرات کو ایک قوسی لیمپ کی تیز روشنی سے منور کر کے نلی کے بازوؤں سے نور پر ذرات کا اثر مشاہدہ کیا تو معلوم ہوا کہ مرور وقت کے ساتھ بتدریج ان ذرات کی جسامت میں اضافہ ہوتا گیا اور جب یہ ایک معین جسامت اختیار کر چکے تو ان کے اثر سے قوسی لیمپ کا نور بکھیر کر منتشر ہو گیا اور نلی کے بازوؤں سے آسمانی نیلا رنگ نہایت خوبی کے ساتھ دکھائی دینے لگا۔ آفتاب کو طلوع یا غروب کے وقت دیکھتے ہیں تو ہمیں اس کا رنگ سرخ دکھائی دیتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ان اوقات میں آفتاب کی شعاعیں ہوا میں سے زیادہ لمبا رشتہ طے کر کے آتی ہیں اور اس لیے اس کے نور کے نیلے رنگ کے اجزاء بازوؤں میں بکھر جاتے ہیں باقی ماندہ اجزاء جو زیادہ تر سرخ رنگ پر مشتمل ہوتے ہیں ہم تک پہنچتے ہیں تو ہمیں آفتاب سرخ رنگ کا دکھائی دیتا ہے۔ کم طول موج کی یعنی نیلے رنگ کی شعاعیں آفتاب سے آکر زمین کے کرہ ہوائی میں بکھر جاتی ہیں اور ان کی وجہ سے ہمیں نیلے رنگ کا آسمان دکھائی دیتا ہے۔

متونی لارڈ ریلے (Rayleigh) نے بتایا کہ اس نیلے رنگ کے آسمان

کے لیے ہوا میں بیرونی ذرات کا موجود ہونا ضروری نہیں ہے۔ بلند سے بلند پہاڑ کی چوٹی پر سے بھی اگر دیکھا جائے تو آسمان نیلکوں نظر آئیگا۔ موسکو سے جنوری ۱۹۳۲ء میں یو۔ ایس۔ ایس۔ آر۔ اسٹریٹوسفیئر (U. S. S. R. Stratosphere) نامی غبارہ میں جن لوگوں نے سفر کیا ہے ان کے مشاہدات سے ظاہر ہوتا ہے کہ تقریباً ۱۰ میل کی بلندی پر سے آسمان نیلا دکھائی دیتا ہے۔ ۸ میل بلندی پر کبھرا بنفشی ۱۳ میل بلندی پر سیاہ بنفشی اور ۱۳ میل سے زائد بلندی پر سیاہ بھورا۔ ان بلندیوں پر خود ہوا کے سالمات ذرات کی طرح نور کو کبھیر دیتے ہیں۔

اگر ایسی بلندی پر سے مشاہدہ ممکن ہو جہاں ہوا انتہا درجہ رقیق ہو گئی ہو تو آسمان کی سیاہی اور بھی بڑھ جائیگی۔ ہمیں معلوم ہے کہ چاند کے گرد کڑھ ہوائی نام کو بھی موجود ہیں۔ ہے وہاں سے اگر کوئی مشاہدہ کر سکتا ہے تو اس کو آسمان قطعاً سیاہ نظر آئیگا۔ اور دن کے وقت بھی سیارے دکھائی دیں گے۔

ذرات کے اثر سے چونکہ آفتاب کا نور زمین تک پہنچنے پہنچتے بنفشی اور نیلے رنگ کا بہت بڑا جزو کھو دیتا ہے اس لیے دور کے پہاڑوں یا میدانوں کا فوٹو جب معمولی فوٹو گرافی کی تختیوں پر لیتے ہیں (جو بنفشی اور بالائے بنفشی شعاعوں کے لیے حساس ہوتی ہیں) تو تصویر دھندلی پائی جاتی ہے۔ اس کے برعکس اگر ایسی تختیاں استعمال کی جائیں جو پائین سرخ شعاعوں کے لیے حساس ہوں تو تصویر بہت واضح برآمد ہوتی ہے۔ زمین کی تفصیل اس کے نشیب و فراز وغیرہ سب اچھی طرح دکھائی دیتے ہیں اسی لیے انفراریڈ فوٹو گرافی (Infra-red Photography) سے ان دنوں بہت مفید کام لے جا رہے ہیں۔ مثلاً آئس برگ (تخ کے پہاڑ جو سمندر میں ادھر ادھر بھٹکتے پھرتے ہیں) کا کٹر میں جہاز کے قریب آ جانے سے پہلے پہچان لیا جانا، دن کے وقت ایکٹنگ کر کے سینما کمپنیوں کے لیے رات کے منظر تیار کرنا، جنگ کے زمانہ میں ہوائی جہازوں پر سے دشمن کے ملک کے سیکڑوں میل تک کے تفصیلی حالات معلوم کر لینا، وغیرہ وغیرہ۔

نور کے اس طرح کبھرنے کے لیے ضرور ہے کہ واسطہ خواہ کیسی ہو یا مایع جو ذرات اس میں معلق ہوں ان کا انعطاف نما واسطہ کے

انعطاف نما سے مختلف ہو۔ بکھرے ہوئے نور کا نہ صرف طول موج چھوٹا ہوتا ہے بلکہ وہ مقطب بھی ہوتا ہے چونکہ مسئلہ تقطیب نور (Polarization) پر ہم کسی آئینہ باب میں بحث کر چکے اس لیے یہاں اس کا ذکر نہیں کیا جاتا ہے۔
متوفی لارڈ ریلے نے اس طرح بکھرے ہوئے نور کی حدت کے لیے جو ضابطہ نور کے برقی مقناطیسی نظریہ کے ذریعہ حاصل کیا ذیل میں درج کیا جاتا ہے۔

$$H = \frac{1}{2} \left(\frac{N}{f} \right)^2 \left(\frac{1}{r^2} + \frac{1}{r'^2} \right)$$

اس ضابطہ میں $\frac{1}{2}$ واقع نور کی حدت ہے۔ N اور f علی الترتیب ذرات اور واسطہ کی مناظری کثافت ہے۔ r وہ زاویہ ہے جو بکھرے ہوئے نور کی شعاعیں واقع شعاعوں کے ساتھ بناتی ہیں۔ N ذرات کی تعداد فی اکائی حجم واسطہ ہے۔ H ان ذرات کا اوسط حجم، r واقع نور کا طول موج اور f ذرات سے اُس مقام کا فاصلہ جہاں بکھرے ہوئے نور کی حدت مطلوب ہے۔

اس ضابطہ میں H کو r ، f اور N کے ساتھ جو تعلق ہے طریقہ ابعاد کے ذریعہ آسانی دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔

چوتھا باب

مناظری طیف۔ اُن کی تشریح و توجیہ

مناظری طیف نگاری کا سنگ بنیاد انیسویں صدی میں رکھا گیا جبکہ کرخ ہوف (Kirchhoff) نے آفتاب کے طیف کے فزادن ہوف (Fraunhofer) والے انجذابی خطوط کی صحیح توجیہ کی۔ مختلف عناصر کے معمولی اخراجی (emission) طیف کے فوٹو گراف کا مطالعہ کرنے سے معلوم ہوا کہ ان میں آسانی امتیاز ہو سکتا ہے اور اس امتیاز کے ذریعہ ان کی شناخت کا ایک نہایت مفید اور راسخ طریقہ ہاتھ آیا۔ اس کے بعد معلوم ہوا کہ ایک ہی عنصر کے مختلف حالتوں میں مختلف طیف بنتے ہیں۔ اور تجربی آلات کی ترقی کے ساتھ ان طیف کے اختلافات کی باریکیاں بھی مشاہدہ ہونے لگیں۔ طیف نگاری تجربوں سے اس طرح جو مشاہدات قلبند کیے گئے اس کثرت اور وسعت کے ثبوت ہوئے کہ ان کا باہمی ربط اور تعلق دریافت کرنے میں ابتداء بڑی دقیق محسوس ہوئیں۔ سب سے ہلکا اور سادہ ترین عنصر ہائیڈروجن گیس ہے۔ مشاہدات سے پتہ چلا کہ ہائیڈروجن ہی کا مناظری طیف دیگر عناصر کے طیف کی نسبت سادہ ترین ہے۔ باصر (Balmer) نے سمجھ میں دریافت کیا کہ اس وقت تک ہائیڈروجن کے جو نو طیفی خط تجربہ خانوں میں مشاہدہ ہوئے تھے

اور سر ولیم ہگگنز (Sir W. Huggins) نے مزید پانچ خط شعراء ستارہ (Sirius) کے طیف میں نوٹ کرائے کیے تھے ان کے طول موج مندرجہ ذیل ضابطہ سے محسوب ہو سکتے ہیں :-

$$\lambda = \frac{2m}{2 - m} \quad 262516$$

جس میں m کی علی الترتیب ۳، ۴، ۵، وغیرہ قیمتیں ہیں اور λ انگسٹروم اکائیوں میں ان قیمتوں کے تناظر طیفی خطوں کا طول موج ہے۔ ضابطہ سے ظاہر ہے کہ m کی قیمت جیسے جیسے بڑھتی ہے دو متصل خطوں کا درمیانی فاصلہ گھٹتا جاتا ہے۔ ان خطوں کا گویا ایک سلسلہ پایا جاتا ہے جو باہر کے طیفی سلسلہ کے نام سے مشہور ہے۔ مستقل عدد ۲۶۲۵۱۶ سلسلہ کے پہلے چار خطوں کے مطالعہ سے مستنبط کیا گیا اور سلسلہ مذکور کا "سر" (head) کہلاتا ہے۔ درحقیقت یہ اس سلسلہ کے انتہائی خط کا انگسٹروم اکائیوں میں طول موج ہے جو m کی قیمت کو ∞ مان کر محسوب کیا جاتا ہے۔

کیپس اور رینگے (Kaysr and Runge) "رڈ برگ" (Rydberg) اور دیگر اشخاص نے ایسے دوسرے خطی طیفوں کا بغور مشاہدہ کر کے دریافت کیا کہ ان طیفوں میں بھی ایسے سلسلے موجود ہیں جو باہر والے بائیڈروجن کے سلسلے کے مشابہ ہیں۔ اور اس کی طرح کمتر طول موج کی جانب مستحق ہوتے ہوئے "سروں" پر ختم ہوتے ہیں۔ بعض سلسلوں کے سر مشترک پائے گئے یعنی ان کے استدقاق کے مقام مشترک ثابت ہو بعض سلسلوں کے خطوط اکہرے ہیں جیسے ہیلیم کے طیف میں بعض کے دھڑے جیسے قلعوی دھاتوں کے طیفوں میں اور بعض تہرے جیسے قلعوی مٹیوں کی دھاتوں کے طیفوں میں۔

بجائے طول موج کے اگر موج عدد (Wave number) لیئے فی اکائی سنٹی میٹر موجوں کی تعداد محسوب کی جائے تو باہر کا ضابطہ ذیل کی شکل اختیار کرتا ہے :-

$$ع = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{8.10 \times 363554} \left(\frac{2}{m} - \frac{1}{m} \right) \text{ سمر } ۱$$

اس لیے کہ ایک انگسٹروم = 10^{-8} سمر

$$\text{پس } ع = \frac{10^8}{3 \times 91152} \left(1 - \frac{2}{m} \right)$$

$$\text{یعنی } ع = \frac{10^8}{91152} \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{m} \right) \text{ سمر } ۱$$

$$\text{۳ } ع = 109421 \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{m} \right) \text{ سمر } ۱$$

$$\text{یا } ع = 109421 - 24330.13 \frac{1}{m} \text{ سمر } ۱$$

باہر سلسلہ کے طیفی خط کے موج عدد کے لیے آخری دو ضابطے مناسب تر شکلوں میں لکھ گئے ہیں۔ مستقل عدد 109421 ہائیڈروجن کے طیفی سلسلوں کا مستقل ہے اور چونکہ ریڈ برگ نے بتایا کہ نہ صرف ہائیڈروجن کے دوسرے طیفی سلسلوں کے ضابطوں میں یہی مستقل موجود ہے بلکہ دیگر عناصر کے طیفی سلسلوں کے لیے بھی جو مستقل دریافت ہوئے ہیں اسی 109421 کے تقریباً مساوی ہیں اس لیے اس کو ریڈ برگ کا مستقل کہتے ہیں اور عام طور پر H لکھتے ہیں۔ ہائیڈروجن سے متعلق ریڈ برگ والا مستقل H لکھا جاتا ہے اور ہیلیم سے متعلق He وغیرہ۔

ریڈ برگ کی صحیح ترقیت 109677.59 سمر ہے اور H کی 109421.30 سمر عنصر کے وزن جوہر کی زیادتی کے ساتھ اس کے ریڈ برگ والے مستقل کی قیمت گھٹتی ہے۔

(واضح ہو کہ مندرجہ بالا سب سے آخر ضابطے میں 109677.59 ہائیڈروجن کے باہر والے طیفی سلسلے کے ”سمر“ کا موج عدد ہے۔)

لائمان (Lyman) نے خلائی طیف نگار استعمال کر کے

ہائیڈروجن کا ایک طیفی سلسلہ بالائے بغیشی حصہ میں دریافت کیا جو اس کے نام سے مشہور ہے۔ اسی طرح پدیشن (Paschen) نے طیف کے پائین سرخ حصہ میں ایک اور سلسلہ دریافت کیا اور حال میں بریکٹ (Bracket) نے پائین سرخ کے انتہائی حصہ میں ایک دوسرا اور سلسلہ ذیل میں ہائیڈروجن کے ان تمام سلسلوں کے ضابطے درج ہیں :-

$$\frac{1}{H} = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ لکھا جائے تو}$$

لائمان کے سلسلہ میں	$m = 1$	اور	$n = 2, 3, 4, \dots$
باہر	$m = 2$	اور	$n = 3, 4, 5, \dots$
پدیشن	$m = 3$	اور	$n = 4, 5, 6, \dots$
بریکٹ	$m = 4$	اور	$n = 5, 6, 7, \dots$

آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ (R.W. Wood) نے ۱۹۱۸ء میں ایک

لمبی اور، ملی میٹر قطر کی نلی کے ایک سرے میں سے برق پائیدگی کے ذریعہ تیار کی ہوئی مرطوب ہائیڈروجن گیس داخل کر کے دوسرے سرے سے اس کو خارج کیا۔ گیس کا دباؤ ایسا تھا کہ اس میں سے جب برقی اخراج منفی برقیہ کے پاس واقع ہوا تو کروکس (Crookes) کی سیاہ فضاء تقریباً ۲ ملی میٹر لمبی تھی۔ نلی کو تشاکلاً دو جگہوں سے علی القوائم موڑ کر صرف اس کے وسطی حصہ کی تنویر سے پیدا ہونے والے طیف کا طیف نگار میں مطالعہ کیا۔ حالات مذکور میں وسطی حصہ کی تنویر کا رنگ آتشی ارغوانی تھا۔ اس طریقہ عمل سے ہائیڈروجن کا خالص طیف حاصل ہو سکا اور باہر سلسلہ کے ۲۲ طیفی خطوں کے نوٹو گراف لیے جاسکے۔ برقی اخراج کے لیے ۲۰ ہزار وولٹ کا بمڈل (Transformer) استعمال کرنا پڑا اور برقی رو کی قیمت $\frac{1}{2}$ امپیر تھی۔

ستاروں کے گزہ ہوائی میں نہ صرف تپش بہت بلند ہے بلکہ کثافت بھی انتہا درجہ کم ہے۔ ان حالات ہی کے تحت طیفی سلسلوں کے وہ خطوط جو باہر اور

اس کے مثال ضابطوں میں m کی بڑی قیمتوں سے متعلق ہیں ظہور پذیر ہوتے ہیں۔ مختلف عناصر کے طیفی خطوط کے طول موج کا مطالعہ کر کے ریڈ برگ نے بڑی محنت کے بعد ثابت کیا کہ ذیل کی شکل کے ضابطہ سے تمام طیفی سلسلوں کے موج عددوں کی تعیین ہو سکتی ہے۔ اور اس سے جو نتائج برآمد ہوتے ہیں مشاہدہ شدہ نتائج سے بخوبی منطبق ہوتے ہیں، صرف خفیف سی ترتیبی خطائیں (Systematic errors) رہ جاتی ہیں:-

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} - \frac{h \cdot c}{\lambda_0} \quad (m + n)$$

مستقل اعداد E اور m خاص خاص سلسلوں کے لیے معیاری جدولوں کی مدد سے دریافت کیے گئے۔ مثلاً سوڈیم کے منتشر طیفی سلسلہ کے خطوط کے موج عددوں کی تعیین کے لیے ہم تقریبی ضابطہ

$$E = 22240 - \frac{109649}{m + n}$$

استعمال کر سکتے ہیں۔ یہ سلسلہ موج عدد 22240 پر مستند ہوتا ہے جیسا کہ ضابطہ میں $m = \infty$ لکھنے سے واضح ہوتا ہے۔

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} - \frac{h \cdot c}{\lambda_0} \quad (m + n + \frac{m}{m'})$$

جس میں E ، m اور n تین مستقل عدد ہیں۔ استعمال کرنے سے حسابی اور تجربی نتائج میں بہتر انطباق پایا جاتا ہے۔

طیفی سلسلوں کے مابین روابط۔ ریڈ برگ نے طیفی

سلسلوں میں امتیاز کر کے ان کی تین قسمیں قرار دی تھیں جن کو ہم ان کے انگریزی ناموں Principal، Sharp اور Diffuse کی مناسبت سے صدر تیز اور منتشر کہہ سکتے ہیں۔ بعد کو برگمان (Bergmann) وغیرہ نے ان کے علاوہ ایک اور قسم دریافت کی جو Fundamental

یعنی اساسی یا برگمان کے نام سے مشہور ہے۔ طیف نگاری کی اہمیت اور روز افزوں ترقی کی وجہ سے ہم مناسب سمجھتے ہیں کہ ان سلسلوں کے لیے وہی علامتیں اور طریقے کتابت استعمال کیے جائیں جو انگریزی میں مستعمل ہیں۔ ہماری اس مختصر بحث کے لیے پروفیسر الفریڈ فاؤلر (A.Fowler) کا مجوزہ طریقہ کتابت خصوصیت کے ساتھ مضیہ معلوم ہوتا ہے اس لیے ہم اسی کو اختیار کرینگے۔

رڈ برگ والا ضابطہ ان تمام سلسلوں کی ترجمانی کے لیے کافی صحت کے ساتھ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ ان کی تفصیل درج ذیل ہے :-

$$P(m) = P_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+P)^2} \quad \text{یعنی} \quad \frac{1}{r(m+P)} - \frac{1}{rP} = \frac{1}{P_{\infty}} - \frac{1}{P}$$

$$S(m) = S_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+S)^2} \quad \text{"} \quad \frac{1}{r(m+S)} - \frac{1}{rS} = \frac{1}{S_{\infty}} - \frac{1}{S}$$

$$D(m) = D_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+D)^2} \quad \text{"} \quad \frac{1}{r(m+D)} - \frac{1}{rD} = \frac{1}{D_{\infty}} - \frac{1}{D}$$

$$F(m) = F_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+F)^2} \quad \text{"} \quad \frac{1}{r(m+F)} - \frac{1}{rF} = \frac{1}{F_{\infty}} - \frac{1}{F}$$

بطور نمونہ ہم صدر سلسلہ کی علامتوں کی توضیح کرتے ہیں $P(m)$ سے مراد م۔ دیں طیفی خط کا موج عدد (ع) ہے۔ (یہ ضرور نہیں کہ م عدد (۱) ہی سے شروع ہو جیسا کہ ہائیڈروجن کے جلیبی سلسلوں سے باستثنائے لائمان سلسلہ واضح ہے) P_{∞} سے مراد ع یعنی طیفی سلسلہ کے سر کا موج عدد ہے جس کے لیے م کی قیمت ∞ ہے اور P رڈ برگ والا ضابطہ کا ∞ یعنی م ہے جو ایک چھوٹا مستقل عدد ہے جس کی اہمیت م کی ترقی کے ساتھ گھٹتی جاتی ہے۔

ایکہرے (Singlet) خطوط کے سلسلوں کے لیے پروفیسر فاؤلر نے بڑے انگریزی حروف، یعنی P، S، D اور F تجویز کیے،

دُہرے (doublet) خطوط کے سلسلوں کے لیے یونانی حروف تہجی (triplet) اور تہرے (ϕ_2, ϕ_1) اور (δ_2, δ_1) (σ_2, σ_1) (π_2, π_1) خطوط کے لیے چھوٹے انگریزی حروف مثلاً P_3, P_2, P_1 وغیرہ تجویز کیے واضح ہو کہ ان تہرے خطوط میں حرف تہجی کے بازو عدد (۱) سب سے زیادہ مدت کے طیفی خطوں کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

$$P(m) = P_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+P)^2} \text{ سے بچائے}$$

$$P(m) = P_{\infty} - mP$$

اس طرح دُوسرے سلسلوں کے لئے اس کے مثال مختصر طریقہ کتابت میں ہے مثلاً ضابطہ $\delta_2(m) = \delta_2 - m\delta_2$ دُہرے خطوط کے سلسلہ کے دوم خطوں کے لیے استعمال ہوتا ہے صدر، تیز اور منتشر خطوط کے سلسلوں کے باہمی ارتباط۔ ایک ہی عنصر کے مختلف اقسام کے طیفوں میں بعض باہمی روابط دریافت ہوئے ہیں جن سے طیفی سلسلوں کے طریقہ کتابت میں بہت سہولت عمل میں لائی جاسکتی ہے اور ان سلسلوں کے متعلق مشترک اساسی کلیوں کا پتہ چلتا ہے۔ ذیل میں بطور مثال فاؤلر کے دیے ہوئے لیتھیم کے سلسلے پیش کرتے ہیں جو زیادہ تر رڈ برگ ہی کی تحقیقات پر مبنی ہیں۔ اگرچہ لیتھیم کے طیف کے خط دراصل دُہرے ہیں لیکن ہم یہاں ان دُہرے خطوط کے موج عددوں کے درمیانی خفیف تفاوتوں کو نظر انداز کر کے ان کی تقریبی قیمتیں قلمبند کرتے ہیں اور ان کے ذریعہ لیتھیم کے طیفی سلسلوں کے باہمی روابط ظاہر کرتے ہیں :-

(۱) تیز اور منتشر سلسلوں کے استدا قاتی موج عددوں میں ربط۔

$$P(m) = 43488 - \frac{109721 \cdot 6}{(m + 0.9596)^2} \quad (m = 1, 2, 3, \dots)$$

$$S(m) = 28601 - \frac{109721 \cdot 6}{(m + 0.5951)^2} \quad (m = 2, 3, 4, \dots)$$

$$D(m) = 28509 - \frac{109721 \cdot 6}{(m + 0.9974)^2} \quad (m = 2, 3, 4, \dots)$$

ان ضابطوں پر ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ تیز اور منتشر خطوط کے سلسلوں کے استقامتی موج عدد یعنی S_{∞} اور D_{∞} قریب قریب مساوی ہیں۔

$$\text{پس } S_{\infty} = D_{\infty} \quad \text{یا} \quad \frac{R_{\infty}}{(1+S)^2} = \frac{R_{\infty}}{(1+D)^2}$$

(۲) صدرا اور تیز سلسلوں کے استقامتی موج عددوں میں ربط۔ لیتھیم کے صدر سلسلے کے ضابطہ کی تغیر پذیر رقم میں اگر $m =$ انکھیں تو موج عدد اس کے تیز سلسلے کے استقامتی موج عدد کے تقریباً مساوی ہو جاتا ہے۔ اور اگر لیتھیم کے تیز سلسلے کے ضابطہ کے ساتھ بھی یہی برتاؤ کریں تو موج عدد صدر سلسلے کے استقامتی موج عدد کے تقریباً مساوی ہو جاتا ہے۔ چنانچہ

$$\frac{R_{\infty}}{(1+0.9596)^2} = 28573 \quad \text{اور} \quad \frac{R_{\infty}}{(1+0.5951)^2} = 43124$$

واضح ہے کہ ۲۸۵۶۳ موج عدد ۲۸۶۰۱ کے قریب قریب مساوی ہے جو تیز سلسلے کا استقامتی موج عدد ہے اور اس طرح ۴۳۱۲۴ صدر سلسلے کے استقامتی موج عدد ۴۳۲۸۸ کے تقریباً مساوی ہے۔ پس

$$P_{\infty} = \frac{R_{\infty}}{(1+S)^2} \quad \text{اور} \quad S_{\infty} = \frac{R_{\infty}}{(1+P)^2}$$

پس صدر تیز اور منتشر سلسلوں کے ضابطوں کو ہم بشکل ذیل لکھ سکتے ہیں:-

$$P(m) = \frac{R_{\infty}}{(1+S)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m+P)^2}$$

$$S(m) = \frac{R_{\infty}}{(1+P)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m+S)^2}$$

$$D(m) = \frac{R_{\infty}}{(1+P)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m+D)^2}$$

یا اگر اختصاری طریقہ کتابت سے کام لیا جائے تو

$$P(m) = 1S - mP : S(m) = 1P - mS : D(m) = 1P - mD$$

(۳) اساسی اور منتشر سلسلوں کے استدقاقی موج عددوں میں ربط -
تقسیم کے اساسی سلسلہ کا اختصاری ضابطہ ہے :-

$$F(m) = 12203 \cdot 1 - mF$$

اگر اس کے منتشر سلسلہ کے ضابطہ کی تفسیر پذیر رقم میں $m = 2$ لکھیں تو

$$\frac{109721.6}{(2 + 0.9974)^2} = 12212$$

جو اساسی سلسلہ کے استدقاقی موج عدد کے تقریباً مساوی ہے۔ پس مندرجہ بالا صدر تیز اور منتشر سلسلوں کے ضابطوں کے ساتھ یہ اساسی سلسلہ بھی شریک کر دیا جاسکتا ہے :-

$$F(m) = \frac{R_{\infty}}{(2+D)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m+F)^2}$$

$$F(m) = 2D - mF$$

یا مختصراً
تقسیم کے ان چار سلسلوں کے ضابطوں پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ طیفی خطوں کے موج عدد دو رقموں کے تفاوت کے مساوی ہیں۔ پہلی رقم میں m کی قیمت معینہ ہوتی ہے (جیسے ۱ یا ۲) اور دوسری رقم میں خط کے ترتیب واری عدد کے ساتھ m کی قیمتیں علی التواتر بڑھتی جاتی ہیں۔ جیسے $m = 1, 2, 3, \dots$ پس کسی سلسلہ کو اس کی نوعیت کی مناسبت سے محض اس کے متعلقہ حرف جیسے P یا S یا D یا F کے ذریعہ ظاہر کرنے کے عوض عملی ترتیب $(S-P)$ یا $(P-S)$ یا $(P-D)$ یا $(D-F)$ کے ذریعہ ظاہر کر سکتے ہیں۔

رڈ برگ - شو سٹر کلیہ - چونکہ صدر سلسلے کے ضابطہ

$$P(m) = 1S - mP \quad \text{میں پہلے طیفی خط کا موج عدد} \quad P(1) = 1S - 1P$$

اور ابھی ابھی ہم نے بتایا ہے کہ $1S$ صدر سلسلہ کا استدقاقی موج عدد ہے

اور IP تیز اور منتشر سلسلوں کا مشترک استدقاقی موج عدد ہے۔ لہذا صدر سلسلہ کے پہلے خط کا موج عدد اس سلسلہ کے استدقاقی موج عدد اور تیز و منتشر سلسلوں کے مشترک استدقاقی موج عدد کے تفاوت کے مساوی ہے۔ یہ کلیہ ۱۹۱۴ء میں ریڈبرگ اور شوپیٹرنے آزادانہ شائع کیا۔

دھرمے خطوط کے سلسلوں میں ارتباط۔ بطور مثال

ہم سوڈیم کے طیفی خطوط کے سلسلوں کو پیش کریں گے اس لیے کہ سوڈیم کے انجذابی طیف پر خصوصیت کے ساتھ کام ہوا ہے۔ اس کے صدر سلسلہ کا سب سے پہلا دھرا خط D_1 ، D_2 مشہور خطوط پر مشتمل ہے۔ اس سلسلہ کے دوسرے دھرمے خطوط طیف کے ماورائے بنفشی حصہ میں موجود ہیں۔ آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ اور فوٹر ٹریٹ (Fortrat) نے سلسلہ مذکور کے ۵۸ خطوط دریافت کیے جن کے آخری خط کا طول موج اس سلسلہ کے ”سر“ کے طول موج سے صرف ۱۵۲ انگسٹروم اکائی مختلف ہے۔ سوڈیم کے تیز اور منتشر سلسلوں کے خط تقریباً تمام کے تمام مرئی حصہ میں واقع ہیں اور اس کے اساسی سلسلہ کے خطوط طیف کے سرخ اور پائین سرخ حصہ میں۔

ذیل کی جدول میں چند موج عدد جو فاؤلر کے ”طیفی سلسلوں کی رپورٹ“ سے نقل کیے گئے ہیں سوڈیم کے صدر، تیز اور منتشر سلسلوں کے دھرمے خطوط (σ_1 ، σ_2 ، π_1 ، π_2 اور σ_1 ، σ_2 سے متعلق ہیں۔ ہر سلسلہ کے پہلے خانہ میں m سے مراد اس سلسلہ کے خط کا ترتیبی عدد ہے۔ دوسرے خانہ میں m کی ہر قیمت کے ساتھ اس کے متعلقہ دھرمے خط کے اجزائے ترکیبی کے موج عدد درج کیے گئے ہیں۔ اور تیسرے خانہ میں ان دھرمے خطوں کے موج عددوں کا تفاوت بتایا گیا ہے۔

سوڈیم کے طیف کے مختلف سلسلوں والے
دھڑے خطوط کے موج عدد اور ان کا تفاوت -

صدر سلسلہ (II)			تیز سلسلہ (I)			منتشر سلسلہ (S)		
m	موج عدد	تفاوت	m	موج عدد	تفاوت	m	موج عدد	تفاوت
1	14943535	14518	2	8646532	14569	2	12199538	14514
	14956516			8683513			12214543	
2	3027584	5529	3	14224532	16516	3	1654530	14516
	3024532			14222552			16592546	
3	3502544	2529	2	19298532	16516	2	20043520	16512
	35020516			19215551			20080533	
4	3229540	1500	5	21038532	16518	5	21213543	14514
	32294520			21055555			21230589	
5	38521552	1524	4	219955000	16518	4	22222511	16512
	38520506			22012518			22232525	
∞	21229500	∞	22225545	16518	∞	22245545	14518
	$= \pi_{\infty} \equiv 15$			22292583			22292583	

جدول سے واضح ہے کہ تیز سلسلہ اور منتشر سلسلہ کے سرور σ_{∞} اور σ_{100} کے موج عدد ایک ہی ہیں اور ان کی قیمت 22292583 سمتر $\pi_{100} \equiv 15$ اور اسی طرح σ_{∞} اور σ_{100} کے موج عدد ایک ہی ہیں اور ان کی قیمت 22292583 سمتر $\pi_{100} \equiv 15$ ہے۔
جدول کے ملاحظہ سے یہ بھی بخوبی ظاہر ہوتا ہے تیز اور منتشر سلسلوں کے

دُہرے خطوں کا تفاوت مستقل ہے اور ان سلسلوں کے "سروں" کے دُہرے خطوط کے تفاوت کے مساوی ہے۔ معیناً (۳) یعنی صدر سلسلہ کے دُہرے خطوط کا درمیانی تفاوت m کی زیادتی کے ساتھ مسلسل اور جلد جلد گھٹتا جاتا ہے اور اس لیے $\pi_{1\infty}$ اور $\pi_{2\infty}$ دونوں کی قیمت ایک ہی ہے $= ۲۱۴۲۹۰۰$ سٹر اور ان کا طول موج $= ۲۲۱۶$ انگسٹروم۔

جدول سے یہ بھی ظاہر ہے کہ صدر سلسلہ کے دُہرے خطوط کی ترتیب بلحاظ قیمت موج عدد تیز اور منتشر سلسلوں کے دُہرے خطوط کی تناظر ترتیب کے برعکس ہے۔ اس کی ایک وجہ یہ ہے کہ رڈ برگ شو سٹز والے کلیہ کی رُو سے صدر سلسلہ کا پہلا خط سلسلہ مذکور کے استقامتی موج عدد میں سے تیز اور منتشر سلسلوں کے مشترک استقامتی موج عدد کو وضع کرنے سے حاصل ہوتا ہے چونکہ سوڈیم کے دُہرے خطوط کے دونوں صدر سلسلوں کا ایک ہی استقامتی موج عدد ہے اس لیے لازماً صدر سلسلہ کے پہلے دُہرے خط کا زائد موج عدد والا جزو ترکیبی P_{∞} میں سے کم از موج عدد والا S_{∞} یا D_{∞} وضع کرنے سے حاصل ہوگا۔ اس کے برعکس سلسلہ مذکور کے اُسی دُہرے خط کا کم از موج عدد والا جزو ترکیبی P_{∞} میں سے زائد موج عدد والا S_{∞} یا D_{∞} وضع کرنے سے حاصل ہوگا۔

$$P_{\infty} = 1S \text{ اور } P(1) = 1S - 1P \text{ بالفاظ دیگر چونکہ}$$

$$P(1) = P_{\infty} - S_{\infty} \quad \text{لہذا} \quad 1P = S_{\infty} \text{ اور } D_{\infty} \text{ دونوں}$$

$$= P_{\infty} - D_{\infty}$$

$$\left. \begin{array}{l} ۲۱۴۲۹۰۰ \\ ۲۲۳۹۲۸۳ - \text{اور} \end{array} \right\} \text{ ہم دیکھتے ہیں کہ}$$

$$\left. \begin{array}{l} ۲۱۴۲۹۰۰ \\ ۲۲۳۴۵۹۵ - \end{array} \right\}$$

$$\pi_2(1) \equiv ۱۶۹۵۶۱۶ = \pi_1(1) \equiv ۱۶۹۶۲۳۵ =$$

خطوں کے اس انقلاب ترتیب کی طبیعی نقطہ نظر سے، اس طرح تصدیق ہوتی ہے کہ تیز اور منتشر سلسلوں کے دُہرے خطوط میں کم از موج عدد کا جزو ترکیبی زیادہ جدت کا ہے اور اس کے برعکس صدر سلسلہ کے دُہرے خطوط میں

زائد موج عدد کا جزو ترکیبی زیادہ شدت رکھتا ہے۔
صدر، تیز اور منتشر سلسلوں کے باہمی ارتباط کے لحاظ سے سوڈیم کے
اُن دُہرے خطوط کے لیے حسب ذیل چھ ضابطے (اختصاری طریقہ پر)
لکھ سکتے ہیں :-

$$\pi_1(m) = 1\sigma - m\pi_1 \dots \dots \dots \text{پہلا صدر سلسلہ} \quad (۱)$$

$$\pi_2(m) = 1\sigma - m\pi_2 \dots \dots \dots \text{دوسرا} \quad (۲)$$

$$\sigma_1(m) = 1\pi_1 - m\sigma \dots \dots \dots \text{پہلا تیز سلسلہ} \quad (۳)$$

$$\sigma_2(m) = [1\pi_1 - \Delta\sigma] - m\sigma = 1\pi_2 - m\sigma \dots \dots \dots \text{دوسرا} \quad (۴)$$

$$\delta_1(m) = 1\pi_1 - m\delta \dots \dots \dots \text{پہلا منتشر سلسلہ} \quad (۵)$$

$$\delta_2(m) = [1\pi_1 - \Delta\sigma] - m\delta = 1\pi_2 - m\delta \dots \dots \dots \text{دوسرا} \quad (۶)$$

واضح ہو کہ چوتھے اور چھٹے ضابطے میں $\Delta\sigma$ سے مراد تیز اور
منتشر سلسلوں کے دُہرے خطوط کے اجزائے ترکیبی کا مستقل تفاوت
موج عدد ہے۔ جیسا کہ جدول سے ظاہر ہے۔

تہرے طبعی خطوط کے باہمی روابط - قلوبی ٹیوں

کی دھاتوں - یعنی میگنیشیم، کیلسیم، اسٹرونشیم اور بیریم کے طیف اور نیز
دیگر عناصر جیسے جبت، کیڈمیم اور پارے کے طیف میں تہرے خطوط پائے جاتے
ہیں اور ان کے ساتھ اکہرے خطوط بھی ہوتے ہیں۔ تہرے خطوط کے سلسلے بھی
صدر، تیز اور منتشر اقسام کے ہوتے ہیں۔ ذیل میں ہم جملہ ان مختلف سلسلوں کے
باہمی روابط بیان کیے دیتے ہیں جن سے واضح ہو گا کہ یہ دُہرے خطوط کے
سلسلوں کے روابط کے مشابہ ہیں :-

(۱) تینوں صدر سلسلے مستق ہو کر ایک ہی موج عدد پر ختم

ہوتے ہیں جو تیز سلسلہ کی ۱۵ رقم ہے۔

(۲) تیز اور منتشر سلسلوں کے تہرے خطوط کے اجزائے ترکیبی کے

موج عددی تفاوت سلسلہ متعلقہ کے متناظر اجزاء کے لیے ایک ہی ہوتے ہیں۔
 (۲) پہلا تیز اور پہلا منتشر سلسلہ مستقیم ہو کر ایک ہی موج عدد پر ختم ہوتا ہے جو پہلے صدر سلسلہ کی رقم $\frac{R_{\infty}}{m+p_1}$ ہیں $m=1$ سمجھنے سے حاصل ہوتا ہے اور جو مختصراً $(1p_1)$ لکھا جاتا ہے۔ اسی طرح دوسرا تیز اور دوسرا منتشر سلسلہ $(1p_2)$ پر مستقیم ہوتا ہے اور تیسرا تیز اور تیسرا منتشر سلسلہ $(1p_3)$ پر۔

(۳) صدر سلسلہ کے تہرے خطوط کا سب سے بڑے موج عدد والا خط سب سے زیادہ حدت کا ہوتا ہے اور اس کے برعکس تیز اور منتشر سلسلوں کے تہرے خطوط کے سب سے کمتر موج عدد والے خطوط سب سے زیادہ حدت کے ہوتے ہیں۔ سمندر جب ذیل مضابطے پہلے تین کلیوں کی توضیح کرتے ہیں:-

$$p_1(m) = 1s - mp_1$$

پہلا صدر سلسلہ

$$p_2(m) = 1s - mp_2$$

دوسرا

$$p_3(m) = 1s - mp_3$$

تیسرا

$$s_1(m) = 1p_1 - ms$$

پہلا تیز سلسلہ

$$s_2(m) = 1p_2 - ms$$

دوسرا

$$s_3(m) = 1p_3 - ms$$

تیسرا

$$d_1(m) = 1p_1 - md$$

پہلا منتشر سلسلہ

$$d_2(m) = 1p_2 - md$$

دوسرا

$$d_3(m) = 1p_3 - md$$

تیسرا

منتشر طیفی سلسلوں میں تابع خطوط (Satellites)

منتشر سلسلوں کے اکثر دوسرے اور تہرے خطوں کے ساتھ مدھم تابع خطوط شاہدہ ہوتے ہیں جن کو انگریزی میں (Satellite) (تابع) کہتے ہیں۔ ان کی وجہ سے ان سلسلوں کے خطوط کم طاقت طیف پیمائوں میں بہت منتشر نظر آتے ہیں۔

دو ہرے خطوں میں ایک تابع زائد طول موج کے جزو ترکیبی کے ساتھ اس کے زائد طول موج کی جانب واقع ہوتا ہے اور جزو مذکور خود خفیف سا کثیر طول موج کی جانب ہٹا ہوا ہوتا ہے۔ یہ ہٹاؤ طیفی سلسلہ میں جیسے جیسے m کی قیمت بڑھتی ہے گھٹتا جاتا ہے۔ ہرے خطوں میں زائد طول موج کے جزو ترکیبی کے ساتھ دو تابع خط ہوتے ہیں، بیچ کے جزو کے ساتھ ایک تابع ہوتا ہے اور سب سے چھوٹے طول موج کے جزو کا کوئی تابع نہیں ہوتا۔ مناظری طیف کے نظریہ میں ان تابع خطوط کو بہت اہمیت حاصل ہے۔

ترکیبی خطوط اور ان کے سلسلے۔ طیفی سلسلوں کے جوڑا

بتائے گئے ہیں ان سے واضح ہے کہ کسی بھی طیفی خط کا موج عدد دو رقموں کا تفاوت ہے۔ پہلی رقم ثابت یا سلسلہ کی حد یا سر کا موج عدد کہلاتی ہے۔ اور دوسری رقم تغیر پذیر ہے جس میں m کی قیمت کو مختلف صحیح اعداد کے مساوی لکھنے سے سلسلہ کے مختلف خطوں کا موج عدد محسوب ہوتا ہے۔ صدر تیز اور منتشر سلسلوں کے ضابطوں کی ثابت رقم کسی دوسرے سلسلہ کی متعلقہ تغیر پذیر رقم میں $m=1$ لکھنے سے حاصل ہوتی ہے۔ اور اساسی یا برگان والے سلسلوں کے ضابطوں میں $m=2$ لکھنے سے حاصل ہوتی ہے۔

رڈ برگ کو اس بات کا خیال ہوا اور بعد کو رٹس (Ritz) نے اس کی تصدیق کی کہ مصرعہ بالا چار سلسلوں کے خطوط کے علاوہ اور دوسرے سلسلے یا خطوط مشاہدہ ہو سکتے ہیں اگر ثابت رقم کے لیے کسی اور سلسلہ کی تغیر پذیر رقم میں m کی قیمت ۲ یا ۳ وغیرہ کے مساوی لکھی جائے اور اس کی تغیر پذیر رقم کے لیے m کی قیمت کوئی اور صحیح رقم مانی جائے۔ ایسے خط یا سلسلے ترکیبی کہلاتے ہیں۔ مثلاً سوڈیم کے پائین سرخ طیف میں $32180 = 2925$ موج عدد کا ایک خط موجود ہے جس کا ضابطہ ہے

$$\text{wave number} = \frac{R_{\infty}}{(2+\pi_1)^2} - \frac{R_{\infty}}{(3+\sigma)^2}$$

$$2,927 = 11,175 - 8,248$$

[یادداشت (۱)۔ مناظری طیف کے خطوط کے طول موج چونکہ بہت چھوٹے ہیں اس لیے ان کی پیمائش کے لیے طول کی اکائی بھی کافی چھوٹی ہونی چاہیے۔ جو اکائیاں مستعمل ہیں ذیل میں ان کی صراحت کی جاتی ہے۔ اس تالیف میں ہم نے خصوصیت کے ساتھ انگسٹروم اکائیاں استعمال کی ہیں۔

مائکرون (Micron) انگریزی علامت (مم) اردو علامت (مہ)

$$= 10^{-6} \text{ میٹر (یا } 10^{-6} \text{ سنٹی میٹر) - (Micro = a millionth)}$$

ملی مائکرون (Millimicron) مم مم (مہ مہ)

$$= 10^{-9} \text{ میٹر (یا } 10^{-9} \text{ سنٹی میٹر یا } 10^{-6} \text{ ملی میٹر) اس لیے مائکرو ملی میٹر بھی}$$

کہلاتا ہے۔

$$\text{انگسٹروم } \text{\AA} = 10^{-10} \text{ میٹر (Tenth metre)}$$

$$= 10^{-8} \text{ سنٹی میٹر - (دسواں میٹر)}$$

واضح ہو کہ لاشعاعوں (X-Rays) کا طول موج نور کے طول موج سے بھی بہت چھوٹا ہوتا ہے اس لیے ان کی پیمائش کی اکائی 10^{-10} میٹر یا 10^{-8} سنٹی میٹر ہے اور اس کے لیے انگریزی علامت (X.U.) ہے اور ہم اردو میں (لا-۲) تجویز کرتے ہیں۔

(۲) ۱۹۰۶ء میں فابری، پیریو اور بینواست

(Fabry, Perot and Benoist) نے کیڈمیئم کے طیف کے سرخ خط کا

طول موج بڑی احتیاط سے اسٹینڈرڈ لینے معیار کی) میٹر کی رقموں میں

نابا تو معلوم ہوا کہ وہ ۶۴۹۶ و ۶۳۳۸ انگسٹروم ہے۔ اسی سال شمسی تحقیق کی انجمن بین الاقوام (انٹرنیشنل یونین فار سولر ریسرچ) نے کیڈمیم کے سرخ خط کے طول موج کی اسی قیمت کو جلد طیفی خطوط کے طول موج کی اولی (Primary) معیار تسلیم کیا یعنی تمام طیفی خطوں کے طول موج کی پیمائش اسی بنیاد پر مبنی ہے کہ کیڈمیم کے سرخ طیفی خط کا طول موج ۶۴۹۶ و ۶۳۳۸ انگسٹروم ہے]

عناصر کے جوہری خواص اور طیفی خطوں کے

سلسلوں کے مابین تعلق -

طیفی سلسلوں کے عام ضابطہ پر نظر ڈالنے سے واضح ہوتا ہے کہ کسی بھی عنصر کے کوئی سے طیفی خط کا موج عدد دو رقوں کا تفاوت ہے۔ یہ رقمیں دو عددوں کی خارج قسمت ہیں، جن کا شمار کنندہ (R_{∞}) ہر عنصر کے لیے ایک علیحدہ مستقل ہے۔ وزن جوہر کے ساتھ اس مستقل کی قیمت میں تبدیلی ہوتی ہے لیکن ہلکے سے ہلکے اور بھاری سے بھاری جوہر کے لیے بھی یہ تبدیلی ضعیف ہے۔ نسب نما سادہ شکل میں دو عددوں کے حاصل جمع کا مربع ہے۔ پہلا عدد صحیح ہے اور دوسرا عدد عموماً اکائی سے چھوٹا عشاریہ ہے۔ مثلاً ہائیڈروجن کے باہر والے سلسلہ کا بہت ہی صحیح ضابطہ جو فاولر کی رپورٹ میں دیا گیا ہے حسب ذیل ہے:

$$\text{wave number} = \frac{R_{\infty}}{(2 - 0.00000383)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m + 0.00000210)^2}$$

[واضح ہو کہ ہائیڈروجن کے ضابطہ کی پہلی رقم میں شمار کنندہ دو عددوں کا حاصل تفریق ہے نہ کہ حاصل جمع] چونکہ موج عدد $\frac{1}{\lambda}$ اور $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{c} \times \text{تعدد}$ جس میں λ = طول موج اور $\frac{1}{\lambda} = \text{فراہز}$ ۔

اگر تعدد $\frac{1}{\lambda}$ کو پلانک (Planck) کے مستقل (جس کی علامت انگریزی زبان میں h اور اردو زبان میں $ہ$ ہے) سے ضرب دیا جائے تو چونکہ اس مستقل کے ابعاد توانائی \times وقت کے ہیں اور تعدد کے ابعاد $\frac{1}{\text{وقت}}$ کے

تو حاصل ضرب توانائی ہوگا یعنی ہر طیفی سلسلہ کا ایک ایک خط ایک خاص مقدار توانائی سے متعلق ہے جو دو رقبوں کا تفاوت ہے۔ پہلی رقم سلسلہ ہنگو کے لیے متعلق قیمت رکھتی ہے گویا ایک معین مقدار توانائی ہے۔ اور دوسری رقم بھی ایک دوسری مقدار توانائی ہے جس کی قیمت طیفی خط کے ساتھ بدلتی ہے۔

انگریزی کتابت میں تعدد کے لیے یونانی حرف تہجی (Z) لکھا جاتا ہے اور موج عدد کے لیے (λ)۔ پس باہر والے سلسلہ کا تقریبی ضابطہ

$$ch = R_{\infty} ch \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (Z^2)$$

لکھا جاسکتا ہے۔

جس میں c رفتار نور

زبان اردو میں اس کو c ساہ = $\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ لکھ سکتے ہیں۔

$$T - T =$$

جس میں T اور T توانائی کی معین اور متغیر مقادیر ہیں۔

انہیں امور کو پیش نظر رکھ کر بوہر (Bohr) نے طیفی خطوط کی توجیہ کے لیے اپنا مشہور نظریہ پیش کیا جس کا ہم عنقریب ذکر کریں گے۔

اگرچہ طیفی سلسلے دیکھنے کو بہت ہی پیچیدہ جوتے ہیں تاہم محققین نے محنت شاقہ کے بعد ان کے لیے مصرعہ بالا ضابطے دریافت کر کے ان کے اندر بہت کچھ سادگی و باقاعدگی ثابت کر دی۔ اس کے بعد یہ کوشش کی گئی کہ جوہر بعض واضح خواص کے ساتھ ان سلسلوں کا ربط دریافت کیا جائے مثلاً یہ کہ وزن جوہر جوہری عدد یا جوہری حجم کے ساتھ ان کا کیا تعلق ہے۔

بدیں غرض جب جوہری عدد یا جوہری حجم کے لحاظ سے طیفی سلسلوں کے استقامتی موج عددوں کی ترتیبیں کھینچی گئیں تو ان میں کوئی خاص باقاعدگی نہیں پائی گئی۔ لیکن علاوہ اس امر کے قلوبی دھاتوں کے طیف میں دوسرے خط ہوتے ہیں اور جدول ادوار میں ان کے بعد کو آنے والے گروہ کے عناصر کے طیف میں تہرے اور اکہرے خط ہوتے ہیں۔ یہ بھی دریافت ہوا کہ جب

(فاولر کی رپورٹ کے بموجب) 22×10^{-23} ستمبر ہے۔ اسی طرح
قلوی میٹوں والی دھاتوں کے شرارتی یا ازویادی طیف جدول ادوار میں ان سے
عین پیشتر آنے والے عناصر (قلوی دھاتوں) کے معمولی یعنی قوسی (arc)
طیف کے مشابہ ہوتے ہیں۔ بیضے بجائے تہرے اور اکہرے خطوں پر مشتمل ہونے کے
دوہرے خطوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ اور ان کے مضابطہ میں بجائے λ کے $\lambda/2$
استعمال ہوتا ہے۔
ہم آگے چل کر دیکھینگے کہ شرارہ کے عمل سے گیس یا بخار ایواناؤ ہو جاتی ہے
یعنی اس کے جوہر سے ایک برقیہ نکال پھینکا جاتا ہے۔ اس وجہ سے اس کا
ازویادی طیف جدول ادوار میں اس سے عین پہلے آنے والے گروہ کے جوہر کے
قوسی طیف کے مشابہ ہوتا ہے۔

طیفی سلسلوں کے متعلق نیلز بور (Niels Bohr) کا نظریہ۔

لایڈر جن کا طیفی سلسلہ بور نے رڈرفورڈ (Rutherford) کے نظریہ کے
بوجوب جوہر کے مرکزہ (نیوکلیس Nucleus) پر تقریباً تمام کمیت کو
مركز مان کر فرض کیا کہ اس مرکزہ کے گرد جوہر کے بیرونی برقیہ اپنے اپنے مداروں
میں حرکت کرتے ہیں ایسا ہی جیسا کہ نظام شمسی میں آفتاب کے گرد سیارے۔ چونکہ
لایڈر جن کا صرف ایک ہی برقیہ ہے۔ لایڈر جن کے جوہر کی ساخت
سادہ ترین متصور ہوتی ہے اور اس لیے بورس کا نظریہ لایڈر جن کے طیفی سلسلوں
کے لیے نہایت کامیاب ثابت ہوا۔ عناصر کی جدول ادوار میں دوسرے
جوہر کا جس ترتیب کے ساتھ مقام واقع ہوتا ہے اسی کے بموجب ان جوہر کے
بیرونی برقیوں کی تعداد مشخص ہوتی ہے۔ چنانچہ ہیلیم کے طبعی جوہر کے دو برقیہ
ہیں اور لیتھیئم کے تین وغیرہ وغیرہ۔ عامل ذرات کی تعداد جہاں دو سے بڑھ گئی تو
حسابی پیچیدگیاں اور دقتیں انتہا درجہ بڑھ جاتی ہیں اس لیے بورس کے نظریہ کو ان
جوہر کے طیفی سلسلوں کی توجیہ میں محض تقریبی کامیابی حاصل ہو سکی۔ لیکن
ہیلیم کے جوہر کا ایک برقیہ جب روانیت کی وجہ سے خارج ہو جاتا ہے اور لیتھیئم کے

جوہر کے دو برقیہ خارج ہو جاتے ہیں تو یہ جوہر ہائیڈروجن کے جوہر کے ماثل بن جاتے ہیں اور پھر بوسہ کا نظریہ ان پر بخوبی صادق آتا ہے۔

بوسہ نے اپنے نظریہ میں ایک طرف تو نیوٹن (Newton) کے میکانی اصول استعمال کیے اور دوسری طرف نہ صرف اصول قدریہ (Quantum principles) ہی سے کام لیا بلکہ میکسول (Maxwell)

کے برقی مقناطیسی نظریہ کے بعض مستند استخراجات بلا تکلف نظر انداز کر دیے۔ چونکہ بوسہ کے نظریہ کے نتائج تجربی نتائج سے عین مطابقت ہوئے اس لیے باوجود ان صحیح کمزوریوں کے اس نظریہ کو بڑی مقبولیت حاصل ہوئی۔

پہلے ہم برقیہ کے مدار کو دائری فرض کرتے ہیں اور مرکزہ کی کمیت برقیہ کی کمیت کے مقابلہ میں نامتناہی بڑی مانتے ہیں تاکہ مرکزہ کی گردشی حرکت کی ضرورت پیدا نہ ہو۔ فرض کرو کہ برقیہ کا برقی بار - ب ہے اور مرکزہ کا بار + ب۔ دائرہ کا نصف قطر ص تو مرکزہ برقیہ کو اپنی طرف قوت $\frac{ب^2}{ص}$ سے کھینچتا ہے۔ چونکہ یہ فرض کیا جاتا ہے کہ برقیہ دائری مدار میں خطی رفتار ر کے ساتھ حرکت کرتا ہے اس لیے اگر اس کی کمیت کہ مانی جائے تو مرکزہ گریز قوت $\frac{م ر^2}{ص}$ ہوگی اور

$$\frac{ب^2}{ص} = \frac{م ر^2}{ص}$$

برقی مقناطیسی نظریہ کے بموجب برقیہ کی اس دائری حرکت سے (جس میں مرکزہ کی جانب مسلسل اسراع واقع ہوتا ہے) اشعاع کا ہونا لازمی ہے جس کی وجہ سے مرکزہ کی توانائی میں مسلسل کمی واقع ہوگی اور وہ بجائے ایک مستقل قطر کے دائرہ میں حرکت کرنے کے ایک لولبی مدار میں حرکت کریگا اور بالآخر ترقی رفتار کے ساتھ مرکزہ کے مثبت بار سے مل کر ناپید ہو جائیگا۔ بوسہ نے بڑی جسارت برقی مقناطیسی نظریہ کے اس نتیجہ کو قطعاً نظر انداز کر کے فرض کیا کہ جب تک برقیہ ایک ہی مدار میں حرکت کرتا ہے اس سے اشعاع نہیں ہوتا۔ اشعاع توانائی کے لئے اس نے یہ نظریہ پیش کیا کہ برقیہ جب بیرونی مبدائے توانائی (شعلہ یا برقی قوس

یا برقی اخراج) سے توانائی جذب کرتا ہے تو اپنے طبعی مدار کو چھوڑ کر زیادہ بڑے قطر کے مدار میں حرکت کرنے لگتا ہے اور جب مدار کا عمل موقوف ہوتا ہے تو اپنے طبعی مدار میں اتر پڑتا ہے اور اترتے اترتے ایک خاص طبعی خط سے متعلق مقدار توانائی خارج کرتا ہے۔ اصول قدریہ کی متابعت میں بوجہ یہ مانتا ہے کہ برقیوں کے مداروں کے قطر قدری اعداد ہی کے لحاظ سے مشخص ہو سکتے ہیں۔ یعنی ان کی حرکت صرف خاص خاص مداروں میں ممکن ہے۔ ایک واضح دقت جس کو بوس کا نظریہ کسی طرح سے رفع نہیں کر سکتا یہ ہے کہ ایک مدار سے دوسرے مدار میں برفیہ کیونکر منتقل ہوتا ہے اور اس دقت اس پر کیا گزرتی ہے۔

اس نظریہ میں قدری اصول کے اطلاق کی تفہیم کے لیے ہمیں پلانک (Planck) کے نظریہ قدریہ سے مدد لینی ہوگی اور ہیڈیٹی تکمل (Phase Integral) کا تصور پیش کرنا ہوگا۔

فرض کرو کہ ک کمیت کا ایک ذرہ ایک خط مستقیم میں ایک نقطہ کے گرد سادہ موسیقی حرکت کرتا ہے۔ کسی آن میں اس ذرہ کا نقل مکان یا ہسٹاؤ مرکزی نقطہ سے $\lambda = ط$ جب π^2 نہ ہو ہے جس میں $ط$ جیلہ اہتزاز ہے، نہ تعدد اہتزاز اور $و$ وقت ہے جو مرکزی نقطہ میں سے ذرہ کے گزرنے کی آن سے شمار کیا جاتا ہے۔ اس ذرہ کو ہم پلانک کے خطی ہتھنر (Oscillator) کا مشابہ تصور کر کے قدری اصول کے بموجب فرض کر سکتے ہیں کہ اس کی توانائی ۲ پلانک کے مستقل $ہ$ اور تعدد اہتزاز $ن$ کے حاصل ضرب کی ضمنوں کے مساوی ہیں یعنی

$۱ = ن ھ$ (جس میں $ن$ صحیح عدد ہے)

ذرہ جب مرکزی نقطہ پر ہوتا ہے تو اس کی توانائی تمام کی تمام بافضل ہوتی ہے اور اس لیے

$$۱ = \frac{۱}{ط} ک ر اعظم اور چونکہ رفتار $ر = \frac{فر}{۲\pi} = ط ۲ = ط ۲ ھ$ نہ ولہذا
$$ر اعظم = ط ۲ = ط ۲ ھ = ط ۲ ھ = ط ۲ ھ$$$$

ذرہ کا ہٹاؤ جب لا ہوتا ہے تو اس کا معیار حرکت

$$\text{مح} = \frac{\text{ک}}{\text{فر}} = \frac{\pi^2}{\text{فر}} \text{ نہ ط ک جم } \pi^2 \text{ نہ و}$$

اگر ہم ذرہ کے معیار حرکت مح کو معین اور اس کے نقل مکان یا ہٹاؤ کو فصلہ مان کر ترسیم کھینچیں تو

$$\text{چونکہ } \frac{\text{لا}^2}{\text{ط}} = \text{جب } \pi^2 \text{ نہ و اور } \frac{\text{مح}^2}{\pi^2 \text{ نہ ط}^2 \text{ نہ ک}} = \text{جم } \pi^2 \text{ نہ و}$$

$$\frac{\text{مح}^2}{\pi^2 \text{ نہ ط}^2 \text{ نہ ک}} = \frac{\text{لا}^2}{\text{ط}}$$

یہ ایک قطع ناقص کی مساوات ہے جس کا نصف محور اعظم ط ہے اور نصف محور اقل π^2 نہ ک ط اس ناقص کا رقبہ

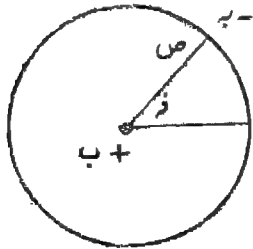
$$\pi^2 \text{ نہ ک ط} = (\pi^2 \text{ نہ ک ط})^2 \text{ نہ ط}^2 \text{ نہ ک}^2$$

$$\text{یعنی رقبہ } \text{مح} \text{ فر} = \frac{\pi^2 \text{ نہ ط}^2 \text{ نہ ک}^2}{\pi^2 \text{ نہ ک ط}} = \frac{1}{\pi^2 \text{ نہ ک ط}} = \frac{1}{\pi^2 \text{ نہ ک ط}} = \frac{1}{\pi^2 \text{ نہ ک ط}}$$

واضح ہو کہ $\frac{1}{\pi^2 \text{ نہ ک ط}}$ سے مراد پورے دور پر کا مکمل ہے۔ اور $\pi^2 \text{ نہ ک ط}$ صحیح عدد ہے۔ پس مکمل کہ مح فر لا جب پورے دور پر محسوب کیا جاتا ہے تو اس کی قیمت پلاٹک کے عالمگیر مستقل \hbar کے صحیح عددی ضعفوں کے مساوی ہوتی ہے۔ ایسی مکمل کو ہیئت تکمل کہتے ہیں۔

اب ہم اس مساوات کا اطلاق بوس کے نظریہ میں ایک برقیہ کی حرکت پر کرتے ہیں جو مرکزہ کے گرد یکساں دائری رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۶۲۔ حرکت کی مناسبت کے لحاظ سے ذرہ کے محدود زاویہ θ اور زاویہ معیار حرکت مح نہ ہونگے۔

مح نہ = ک ص سے (ص) جس میں



شکل ۶۲

ک فرہ کی کمیت سہ اس کی زاویہی رفتار اور ص دائرہ کا نصف قطر ہے -
پس $\text{مح ذہ} = \text{ک ص}^2$ یعنی دائرہ کے مرکز کے گرد فرہ کے جمود کا معیار اثر
مضروب زاویہی رفتار ہے -

بہ بیستی تکمیل $\Phi = \text{مح ذہ} \times \text{فرہ} = \text{ن}^2$
چونکہ زاویہی رفتار سہ مستقل مانی گئی ہے لہذا مح ذہ بھی مستقل ہے -
پس بہ بیستی تکمیل $\Phi = \text{مح ذہ} \times \text{فرہ} = \text{ن}^2$

$$\text{اد اس لیے مح ذہ} = \text{ن} \times \frac{\text{ن}}{\pi^2}$$

یہ ایک اہم رابطہ ہے جو پلانک کے قدری مفروضہ یعنی
توانائی $\text{ن}^2 = \text{ن}^2$ سے دوے کر حاصل کیا گیا ہے -
میکانیات کے عام کلیوں کا اطلاق کر کے بوس نے برقیہ اور
مرکزہ کے نظام کے تعادل کے لیے مساوات

$$\frac{\text{ب}^2}{\text{ص}^2} = \frac{\text{ک}^2}{\text{ص}^2}$$

جیسا کہ ابھی بتایا گیا ہے -

پس برقیہ کی توانائی بالفعل $\text{ت} = \frac{\text{ک}^2}{\text{ص}^2} = \frac{\text{ب}^2}{\text{ص}^2}$
اس کی توانائی بالقوہ (ق) کی تعیین کے لیے ہمیں برقی سکونیات سے
معلوم ہے کہ مثبت نقطہی برقی بار ب کا قوہ اس سے فاصلہ ص پر $\frac{\text{ب}}{\text{ص}}$
پس مرکزہ اور برقیہ کے نظام کی توانائی بالقوہ $\text{ق} = - \frac{\text{ب}^2}{\text{ص}}$ ہے

اور اس لیے اس نظام کی حاصل مجموعی توانائی

$$\text{ت} + \text{ق} = \frac{\text{ب}^2}{\text{ص}^2} - \frac{\text{ب}^2}{\text{ص}} = - \frac{\text{ب}^2}{\text{ص}}$$

ہستی مکمل کے تخیل سے

$$\text{محذوف} = \text{ک ص}^1 \text{سہ} = \text{ن} \frac{\text{ہ}}{۳۲} \quad \text{اور سہ} = \frac{\text{ن}}{۳۲} \text{ک ص}^2$$

$$\text{پس چونکہ } \frac{۱}{۲} \text{ک ر}^1 = \frac{۱}{۲} \text{ک سہ}^2 \text{ص}^1 = \frac{۲}{۲} \text{ص}^2$$

ان دونوں مساواتوں کے ذریعہ سہ کو سا قط کرنے سے

$$\frac{۲}{۲} \text{ص}^2 = \frac{۱}{۲} \text{ک ص}^1 \text{ن} \frac{\text{ہ}}{۳۲} \quad \therefore \text{ص}^2 = \text{ن} \frac{\text{ہ}}{۳۲} \text{ک ص}^2 \text{بہ}^2$$

جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہائیڈروجن کے جوہر میں برقیہ صرف اُن مداروں میں حرکت کر سکتا ہے جو صحیح اعداد ۱، ۲، ۳، وغیرہ کے مربعوں کے متناسب ہیں۔

چونکہ ہائیڈروجن کے لیے $\text{بہ} = \text{ب} = ۴.۸۶ \times ۱۰^{-۱۰}$ برقی سکونی اکائی (ب، س، ۱) اور $\text{ک} = ۹ \times ۱۰^{-۲۸}$ گرام اور $\text{ہ} = ۹.۱۰۸ \times ۱۰^{-۲۸}$ ارگ ثانیہ پس ہائیڈروجن کے جوہر میں برقیہ کے سب سے چھوٹے مدار کا نصف قطر $= ۵.۲ \times ۱۰^{-۸}$ سم ہے جوہر میں برقیہ کے ہر ایک مدار کے لحاظ سے اس کی ایک معین توانائی ۱ ہے جس کا ضابطہ

$$۱ = \frac{\text{بہ}^2}{۲ \text{ص}^2} = \frac{\text{ن}^2 \text{ک}^2 \text{بہ}^2}{۲ \text{ہ}^2}$$

توانائی کے لیے جو جملہ حاصل ہوا ہے اس کی منفی علامت کی وجہ سے ن کی قیمت جیسے جیسے (صحیح عددوں میں) بڑھتی ہے ویسے ہی توانائی کی مطلق قیمت بھی بڑھتی ہے۔ پس جوہر کی اس توانائی کی اقل قیمت (جو صفر نہیں ہے) اسی حالت میں ہوتی ہے جبکہ $\text{ن} = ۱$ اور برقیہ اپنے سب سے چھوٹے مدار میں اور اس لیے طبعی حالت میں حرکت کرتا ہے۔

اگر ن مدار سے متعلق توانائی ن لکھی جائے اور ن مدار سے متعلق ن تو برقیہ جب ن مدار سے اتر کر ن مدار میں جاتا ہے تو اس سے توانائی ن - ن خارج ہوتی ہے۔ بوسے نے اس طرح خارج

ہونے والی توانائی کے متعلق فرض کر لیا کہ وہ ایک خاص طیفی خط سے وابستہ ہے جو گیس کے طیف میں ظہور پذیر ہوتا ہے۔
اصول قدریہ کے لحاظ سے اس توانائی کو (ہ نہ) مان کر اس نے مندرجہ ذیل
ہدایت ہی اہم مساوات حاصل کی۔

$$ہ نہ = ا_n - ا_۱ = \frac{۲\pi^2 k ب^۲}{۳ھ} \left(\frac{۱}{ن^۲} - \frac{۱}{۱} \right)$$

پس خط مذکور کا تعدد ارتعاش نہ = $\frac{۲\pi^2 k ب^۲}{۳ھ} \left(\frac{۱}{ن^۲} - \frac{۱}{۱} \right)$
واضح ہو کہ یہ مساوات ریڈ برگ اور ریٹس وغیرہ کے تجربی نتائج سے
اخذ کی ہوئی مساواتوں کے عین مشابہ ہے۔ اس مساوات میں ایک دوسری
بڑی خوبی یہ ہے کہ اس کے ذریعہ ہائیڈروجن کے ریڈ برگ والے مستقل کی قیمت
بھی آزادانہ طریقہ پر محسوب ہو سکتی ہے۔ چنانچہ ہائیڈروجن کے لیے چونکہ ہ اور ب
مساوی ہیں اس لیے

$$نہ = \frac{۲\pi^2 k ب^۲}{۳ھ} \left(\frac{۱}{ن^۲} - \frac{۱}{۱} \right)$$

اگر بجائے تعدد کے موج عدد (ع) استعمال کی جا۔ گے تو

$$ع = \frac{۲\pi^2 k ب^۲}{۳ھ} \left(\frac{۱}{ن^۲} - \frac{۱}{۱} \right) \text{ جس میں } ہ = رفتار نور$$

پس ہائیڈروجن کا ریڈ برگ والا مستقل

$$ل = \frac{۲\pi^2 k ب^۲}{۳ھ} = ۱.۰۹۷۵۰ \times ۱۰^{-۸} \text{ سمر}$$

یہ قیمت طیف نمائی پیمائشوں سے حاصل کردہ قیمت ۱.۰۹۷۴۸ سے ایک فی صد کے
بسیوں حصہ ہی کی حد تک مختلف ہے جو بوسر (Bohr) کے نظریہ کی کامیابی کا
بڑا ثبوت ہے۔ ہائیڈروجن کے طیفی خط کے موج عدد کے لیے چونکہ ہوسر کا

نظری ضابطہ احد ریڈ ہوگ کا تجزی ضابطہ دونوں مماثل ہیں اور دونوں کے مستقل بھی باہر یک مساوی ہیں اس لیے بوسہ کے ضابطہ سے باہر، لائنوں، پدیشن اور بریکٹ کے جملہ سلسلوں کے طیفی خطوط کے موج عدد محسوب کر لیے جاسکتے ہیں۔ پس بوسہ کے نظریہ کو بایڈروجن کے طیف کی توجیہ میں انتہائی کامیابی حاصل ہوئی۔ نظریہ کی اندرونی خامیوں کو ہم ان کامیابیوں کے مقابلہ میں نظر انداز کر سکتے ہیں۔ اگرچہ اس نظریہ سے یہ نہیں بتایا جاسکتا کہ برقیہ جب ایک مدار کو چھوڑ کر دوسرے مدار میں اترتا ہے تو وہ کس طرح اترتا ہے اور اس پر کیا گزرتی ہے۔ لیکن چونکہ جواہر کی تعداد کثیر ہوتی ہے وقت واحد میں ایک مدار سے دوسرے مدار میں منتقل ہونے والے برقیوں کی تعداد بھی بڑی ہوتی ہے اور اس لیے طیف کے جملہ خطوط باعتبار وقت مسلسل یعنی بلا وقفہ دکھائی دیتے ہیں۔ البتہ ان خطوط کی حدت تنویر متعلقہ داروں سے طبعی مدار میں منتقل ہونے والے برقیوں کی تعداد پر متوقف ہوگی۔ طیفی سلسلہ کے "سر" کے قریب کے خطوط پیدا کرنے والے برقیوں کی تعداد چونکہ نسبتاً کم ہوتی ہے اس لیے ان خطوط کی حدت بھی بہت کم ہوتی ہے۔

ہیلیم کے شرارتی طیف (یا روانی ہیلیم کے

طیف) کے خطوط کی توجیہ -

ہیلیم گیس کی خلائی نلی میں سے جب بڑی حدت کے برقی شرارت گزرتے ہیں تو اس کے بھی کئی طیفی سلسلے مشاہدہ ہوتے ہیں جن کے موج عددوں کا ضابطہ

$$ع\ ۱۸۰ = ۲ \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)_{He}$$

ایک سلسلہ کے لیے n_1 کی قیمت ۲ ہے دوسرے کے لیے ۳ اور تیسرے کے لیے ۴ اور ان کے متناظر n_2 کی قیمتیں علی الترتیب ۳، ۴، ۵ وغیرہ ۴، ۵، ۶ وغیرہ اور ۵، ۶، ۷ وغیرہ ہوتی ہیں۔ پہلا سلسلہ ہیلیم کا لائن والا

کہلاتا ہے، دوسرا فاؤلر کے نام سے منسوب ہے اور پیکرنگ (Pickering) کے نام سے۔

واضح ہو کہ طیفی ہیلیم کے طیفی سلسلے روانی ہیلیم کے طیفی سلسلوں سے بالکل مختلف ہیں۔ قبل اس کے کہ فاؤلر نے تجربہ خانہ میں روانی ہیلیم کے طیفی خطوط کی پیمائش کی تھی پیکرنگ نے صورتِ سماوی ستارگان (Puppis) کے ظہ (۴) ستارہ کے طیف میں چند ایسے خطوط مطالعہ کیے جو ہائیڈروجن کے باہر والے سلسلے کے ”سر“ ہی کی طرف مستحق ہوتے نظر آئے۔ ریڈ برگ نے ان کو ہائیڈروجن سے منسوب کیا اور بتایا کہ باہر والے ضابطہ جس میں $n = 2$ اور $n = 3, 4, 5, \dots$ اگر n کی عددی قیمتوں کے ساتھ ۲، ۵ کا اضافہ کر دیا جائے تو Puppis (ظہ ستارگان) کے طیف کے بعض خطوط اس ضابطہ کے خطوط سے منطبق ہو جاتے ہیں۔ چنانچہ اس لیے سر نارمن لوکیر (Sir Norman Lockyer) نے ان خطوط کو پروٹو ہائیڈروجن (Proto H) کے خطوط قرار دیا اور بعض لوگوں نے فرض کیا کہ یہ خطوط کو سٹاک ہائیڈروجن سے متعلق ہیں۔ (Cosmic H)

$$\text{چونکہ ضابطہ } 6 = \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) R_H = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) R_H$$

$$\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) R_H = \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) R_{He}$$

اس لیے صاف ظاہر ہے کہ یہ خطوط دراصل روانی ہیلیم کے پیکرنگ والے سلسلے سے متعلق ہیں۔ اگر R_H کی قیمت R_{He} سے ذرا بھی مختلف نہ ہوتی تو روانی ہیلیم کے پیکرنگ والے یہ خطوط ہائیڈروجن کے باہر والے حوالہ بالا خطوط سے صین منطبق ہو جاتے۔ R_H اور R_{He} کے اختلاف کی وجہ سے ان خطوط میں پورا انطباق نہیں ہوتا۔

فاؤلر نے اپنے تجربہ خانہ میں ہیلیم گیس کے (جس کے ساتھ

ہائیڈروجن کا نوٹ شامل تھا) شرارتی طیف کا مطالعہ کیا تو اس کو چند ایسے خطوط نظر آئے جن کے لیے ضابطہ

$$ع = H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \text{جس میں } n = ۲, m = ۳, ۴, ۵, \dots \text{ قریب قریب صحیح پایا گیا۔ یہ ضابطہ } ع = H \left(\frac{1}{۲^2} - \frac{1}{۳^2} \right) \text{ کے مماثل ہے جس میں } n \text{ کی قیمتیں } ۳, ۴, ۵, \dots \text{ وغیرہ ہیں۔ ان خطوط کے علاوہ فاؤلر نے ہیلیم کے شرارتی طیف میں ایسے بھی خطوط پائے جن کے ساتھ ضابطہ}$$

$$ع = H \left(\frac{1}{۳^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{جس میں } n = ۴, ۵, ۶, \dots \text{ تقریباً منطبق ہوتا تھا۔ اس لیے فاؤلر نے بھی دھوکے میں آکر ان سلسلوں کو ہائیڈروجن ہی سے منسوب کیا۔ اس کے بعد بوسرا نے اپنے نظریہ سے ثابت کیا کہ ہیلیم کا جوہر جس کی قیمت ہائیڈروجن کی قیمت کی تقریباً ۴ گنی ہے اور جس کے دو بیرونی برقیے ہوتے ہیں اگر ان برقیوں میں سے ایک برقیہ زبردست برقی اخراج کے ذریعہ مرکزہ کے اثر کے باہر کر دیا جائے اور باقی ماندہ برقیہ مقررہ بیرونی مداروں میں سے اتر کر طبعی مداروں میں آجائے تو ان تمام طبعی سلسلوں کی توجیہ ہو جاتی ہے جو غلطی سے کو سکاب وغیرہ ہائیڈروجن کے ساتھ منسوب کیے گئے بشرطیکہ } کی صحیح قیمت درج کی جائے۔$$

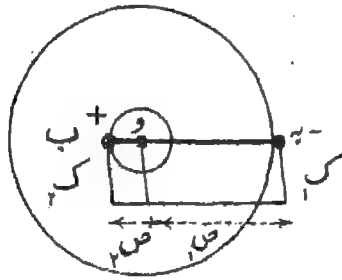
روانی ہیلیم کے لیے بوسرا کا نظریہ ایسا ہی صحیح پایا جاتا ہے جیسا کہ ہائیڈروجن کے لیے۔ اس لیے کہ ضابطہ

$$ع = H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \text{He میں اگر } H \text{ کی صحیح قیمت درج کی جائے تو لائمان، فاؤلر اور پکڈنگ (Pickering) والے تینوں سلسلوں کے خطوط کے طول موج یا موج عدد کے لیے جو قیمتیں محسوب ہوتی ہیں تجربی نتائج سے بخوبی منطبق ہوتی ہیں۔ جیسا کہ قبل ازیں}$$

بیان کیا گیا ہے۔

لائمان کے سلسلے کے لیے $n = ۲$ فاؤلر کے لیے $n = ۳$ اور پکرنگ کے لیے $n = ۴$ واضح ہے کہ ان سلسلوں میں n کی قیمتیں n کی قیمتوں سے بقدر ۱ یا اس سے زائد صحیح اعداد کے بڑی ہونگی۔

۱ اور ۲ میں اختلاف کی وجہ یہ ہے کہ ہم نے ہوس کے نظریہ کو اس کی سادہ ترین شکل میں پیش کر کے مرکزہ کی کیت کو برقیہ کی کیت کے مقابلہ میں نامتناہی بڑا فرض کیا تھا۔ اب ہم مرکزہ کی حقیقی کیت کو پیش نظر رکھ کر پہلے سے زیادہ صحیح جملے متنبط کریں گے۔



شکل ۶۳

فرض کرو مرکزہ کی کیت k اور اس کا برقی بار $+B$ ہے۔ یہ برقی بار $+B$ جہہ B کے مساوی ہے جس میں جہہ عنصر کا جوہری عدد (Atomic number) یعنی مرکزہ کا حاصل مجموعی مثبت بار ہے اور $-B$ برقیہ کا منفی بار ہے۔ k برقیہ کی کیت ہے اور $-B$ اس کا بار۔ مرکزہ اور برقیہ کا درمیانی فاصلہ حسب سابق V مانا جاتا ہے لیکن چونکہ میکانیات کے اصول کے بموجب مرکزہ اور برقیہ دونوں اپنے مشترک مرکز ثقل و کے گرد مساوی زاویائی رفتار کے ساتھ گھومیں گے اس لیے اگر V مرکزہ کا فاصلہ V اور برقیہ کا فاصلہ V

مانا جائے تو $V = V_1 + V_2$

اور $V_1 = \frac{K}{K_1 + K_2}$ اور $V_2 = \frac{K}{K_1 + K_2}$

اگر مشترک زاویہ یعنی رفتار سہ ہو اور مرکزہ کی خطی رفتار V اور برقیہ کی خطی رفتار V_1 تو $V = V_1$ اور $V = V_2$

از روئے کلیات میکائیات $\frac{V}{V_1} = \frac{V}{V_2} = \frac{J_1}{J_2} = \frac{K_1}{K_2}$

پس مرکزہ اور ایک برقیہ والے اس جوہری نظام کی توانائی بالفعل

$$= \frac{1}{2} K_1 V_1^2 + \frac{1}{2} K_2 V_2^2$$

$$= \frac{1}{2} K_1 V^2 + \frac{1}{2} K_2 V^2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2$$

$$= \frac{1}{2} K_1 V^2 + \frac{1}{2} K_2 V^2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2$$

لیکن $\frac{1}{2} K_1 V_1^2 = \frac{1}{2} K_1 V^2$ اور $\frac{1}{2} K_2 V_2^2 = \frac{1}{2} K_2 V^2$

نظام کی توانائی بالفعل

$$= \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2$$

$$= \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2$$

$$= \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2$$

چونکہ توانائی بالقوہ $= - \frac{J_1 J_2}{r}$

اس لیے حاصل مجموعی توانائی $= - \frac{J_1 J_2}{r} - \frac{J_1 J_2}{r} = - \frac{J_1 J_2}{r}$

$$= -\frac{1}{4} (s.c.)^2 \left(\frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} \right)$$

$$\text{پس موج عدد } e = \frac{\pi^2 \text{ جہ } 1}{2\pi} \left(\frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} \right) \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right)$$

$$\text{چونکہ } \frac{k}{H} = \frac{\text{وزن جوہر ہیلیم}}{\text{وزن جوہر ہائیڈروجن}} \text{ صحت کے کافی بڑے درجہ تک} = \frac{4.0026}{1.0044}$$

$$\text{اس لیے } \frac{He}{H} = 3.9414$$

چونکہ ہیلیم کے لیے جہ کی قیمت ۲ =

$$\text{لہذا } e \equiv \text{موج عدد} = 2 \frac{k}{k_1 + k_2} \frac{\pi^2 \text{ جہ } 1}{2\pi} \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right)$$

$$\text{پس ہیلیم کے لیے ریڈ برگ والا مستقل } R = \frac{k}{He} \frac{\pi^2 \text{ جہ } 1}{2\pi} \frac{He}{k_1 + k_2}$$

$$\text{اور ہائیڈروجن کے لیے ریڈ برگ والا مستقل } R = \frac{k}{H} \frac{\pi^2 \text{ جہ } 1}{2\pi} \frac{H}{k_1 + k_2}$$

$$\frac{\frac{k}{H} \frac{\pi^2 \text{ جہ } 1}{2\pi} \frac{H}{k_1 + k_2} + 1}{\frac{k}{H} \frac{\pi^2 \text{ جہ } 1}{2\pi} \frac{H}{k_1 + k_2} + 1} = \frac{\frac{k}{H} \frac{\pi^2 \text{ جہ } 1}{2\pi} \frac{H}{k_1 + k_2} + 1}{\frac{k}{H} \frac{\pi^2 \text{ جہ } 1}{2\pi} \frac{H}{k_1 + k_2} + 1} = \frac{He}{H} \therefore$$

$$\text{لیکن } \frac{He}{H} = \frac{1.9422130}{1.94466459} \text{ پس طیف نمائی طریقوں ہی سے}$$

برقیہ اور جوہر ہائیڈروجن کی کمیتوں میں نسبت معلوم ہو سکتی ہے۔

$$\text{اس طرح } \frac{k}{H} \text{ کی قیمت } \frac{1}{1.839} \text{ دریافت ہوئی ہے جو دوسرے}$$

طریقوں سے دریافت کی ہوئی قیمتوں سے بہت کم مختلف ہے۔
اگر جوہری عدد جہ کے عنصر کے لیے ریڈ برگ والا مستقل جہ لکھا جائے

اور اس کے مرکزہ کی کیفیت کججہ تو

$$\text{رَجْجہ} = \frac{۲۳۲ \text{ ک} ۱ \text{ ہ} ۲}{۳۵۸} \cdot \frac{۱}{\frac{۱}{\text{ک} ۱ \text{ ہ} ۲} + ۱}$$

پس برقیہ کے بالمقابل انتہائی کمیت والے مرکزہ کے لیے $\frac{\text{ک} ۱}{\text{ک} ۱ \text{ ہ} ۲} = \text{صفر}$ اور

$$\frac{۲۳۲ \text{ ک} ۱ \text{ ہ} ۲}{۳۵۸} = \infty$$

اگرچہ مندرجہ بالا مساوات میں ک، ہ، ر اور ہ کی معلوم کردہ قیمتیں تفویض کر کے رے کی قیمت محسوب کی جاسکتی ہے لیکن اگر اس کی تعیین میں طیف نمائی پیمائشوں کی اعلیٰ درجہ کی صحت مطلوب ہو تو اس سے اوپر والی مساوات میں طیف نمائی ذرائع سے کسی عنصر مثلاً ہائیڈروجن کے رے اور $\frac{\text{ک} ۱}{\text{ک} ۱ \text{ ہ} ۲}$ کی دریافت کی ہوئی قیمتیں درج کر کے رے کی قیمت معلوم کر سکتے ہیں۔ چنانچہ اس طرح اس کی قیمت ۲۲، ۴، ۱۰۹۳۷ سمتر محسوب ہوئی ہے۔ اس کی مدد سے ہم کسی بھی جوہری عدد والے عنصر کا ریڈ برگ والا مستقل دریافت کر سکتے ہیں۔

بوسر کے نظریہ سے چونکہ طیفی خطوط کے تعداد ارتعاش اور موج عدد کے جملوں کی شکل بعینہ ریڈ برگ اور ریش والے جملوں کے ثمال حاصل ہوتی ہے اس لیے نظریہ مذکور سے ریڈ برگ، شو سٹر والے کلیہ اور "اجتماعی خطوط" کی بھی باسانی توجیہ ہو جاتی ہے۔

چونکہ بوسر کے نظریہ سے ہائیڈروجن اور روائی ہیلمیم (یا دوسرے روائی لیتھیم) کے لیے طیفی خطوط کے موج عددوں کا ضابطہ

$$ع = \text{ججہ ر} \left(\frac{۱}{ن} - \frac{۱}{ن'} \right) \text{ ہے۔}$$

اور ہائیڈروجن کے لیے ججہ کی قیمت اکائی ہے، اس لیے

$$ع = \left(\frac{۱}{ن} - \frac{۱}{ن'} \right) \text{ H}$$

$$\text{باہر والے سلسلہ کا استقامتی موج عدد} \quad \frac{r}{H} = \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{r_2} \right) = \frac{r}{H} \left(\frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{لائمان} \quad \frac{r}{H} = \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{r_1} \right) = \frac{r}{H} \left(\frac{1}{r_1} \right)$$

$$\text{اور بیشن} \quad \frac{r}{H} = \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{r_3} \right) = \frac{r}{H} \left(\frac{1}{r_3} \right)$$

پس لائمان اور باہر والے سلسلوں کے استقامتی موج عددوں کا تفاوت

$$\frac{r}{H} = \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

= لائمان والے سلسلہ کے پہلے طیفی خط کا موج عدد

اس طرح باہر اور بیشن والے سلسلوں کے استقامتی موج عددوں کا تفاوت

$$\frac{r}{H} = \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_2} \right)$$

= باہر والے سلسلہ کے پہلے طیفی خط کا موج عدد

ان روابط پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ ریڈ برگ، شوسنٹ والا کلیہ جس کا ذکر اس باب کے ابتداء میں آچکا ہے مصرعہ بالا روابط کو ہمیشگی ظاہر کرتا ہے۔

اجتماعی خطوط کی توجیہیں ہم باہر والے سلسلہ کے دوسرے اور چوتھے خط کے موج عددوں کو پیش کر سکتے ہیں۔ چنانچہ

$$\text{اس سلسلے کے چوتھے خط کا موج عدد} \quad \frac{r}{H} = \left(\frac{1}{r_4} - \frac{1}{r_3} \right)$$

$$\text{اور دوسرے} \quad \frac{r}{H} = \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} \right)$$

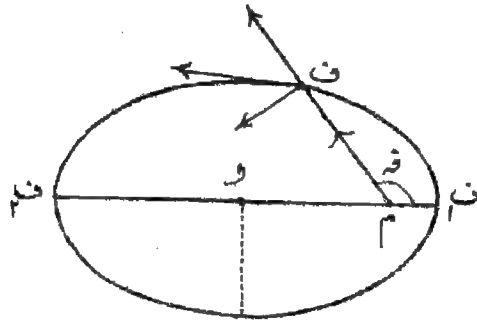
$$\text{ان کا تفاوت} \quad \frac{r}{H} = \left(\frac{1}{r_4} - \frac{1}{r_2} \right)$$

جو ہیریگٹ والے سلسلے کے دوسرے خط کا موج عدد ہے۔ پس باہر والے سلسلہ کے

چوتھے اور دوسرے خطوں کے موج عددوں کا تفاوت بریکٹ والے سلسلہ کے دوسرے خط کے موج عدد کے مساوی ہے۔

میکانی اصول کے لحاظ سے بوسہ کے نظریہ میں برقیہ کا مدار نہ صرف دائری ہو سکتا ہے بلکہ ناقصی بھی۔ ایسی صورت میں مرکزہ قطع ناقص کے ایک ماسکہ پر واقع ہوگا۔ ہم سوہر فلڈ (Sommerfeld) کا طریقہ عمل اختیار کر کے بتائینگے کہ برقیہ جب ناقص مدار میں حرکت کرتا ہے تو قدری اعداد (Quantum numbers) کے تصور میں کیا توسیع واقع ہوتی ہے۔

شکل ۶۴ میں فرض کرو کہ برقیہ قطع ناقص ف_۱ ف_۲ میں حرکت کرتا ہے اور مرکزہ مدار کے ماسکہ م پر واقع ہے۔ مدار کا مرکز ہے۔



شکل ۶۴

و ف_۱ = و ف_۲ مدار کا نصف محور اعظم ۲ ہے اور اس کا نصف محور اقل ب ہے۔ فاصلہ و م = ج اور ناقص کا خروج المکرز = ج۔ برقیہ کے مقابلہ میں مرکزہ کی کمیت بنظر سہولت بہت بڑی مانی جاتی ہے۔ جب برقیہ اپنے مدار میں کسی مقام ف پر واقع ہوتا ہے تو فرض کرو کہ اس کے قطبی محدود ص اور ف ہوتے ہیں۔ شکل بالا میں طول م ف = ص اور زاویہ ف م ف = ف

کسی وقت بھی برقیہ کی حرکت مدار کے خطِ ماس کی سمت میں ہوگی۔ اس کی خطی رفتار (ر) کو ہم دو اجزائے ترکیبی میں تحلیل کر سکتے ہیں۔ م ف کی سمت میں رفتار کا جزو ہوگا اس کو ہم نیم قطری جزو کہیں گے اور وہ $\frac{م ف}{\sqrt{2}}$ ہے۔ م ف کے علی القوائم سمت میں رفتار کا جزو ص $\frac{م ف}{\sqrt{2}}$ ہے۔ ان دو اجزاء کے متناظر برقیہ کے دو معیار حرکت ہیں۔

نیم قطری معیار حرکت $\text{مح} = \text{ک} \frac{\text{ف}}{\sqrt{2}}$ جس میں ک برقیہ کی کمیت ہے۔
اور زاویائی معیار حرکت $\text{مح} = \text{ک} \frac{\text{م}}{\sqrt{2}}$ (۱)

نیم قطری معیار حرکت مح برقیہ کی دوری حرکت میں مسلسل بدلتا رہتا ہے نقطہ ف پر اس کی قیمت صفر ہے پھر وہ بڑھتے بڑھتے اعظم ہو جاتا ہے اور اس کے بعد گھٹنے گھٹنے ف پر پھر صفر ہو جاتا ہے۔ پھر اس کی تقلیدیں پہلے ہی سے فرض کر لیا گیا ہے کہ برقیہ جب تک ایک ہی دور میں گھومتا ہے اس سے اشعاع واقع نہیں ہوتا۔ مزید براں سہولت کی خاطر یہ بھی فرض کر لینگے کہ برقیہ کی کمیت میں اس کی مداری رفتار کے تغیر تبدیل سے کوئی فرق نہیں آتا یعنی سہولت ہم مسئلہ اضافیت کا اطلاق ملتوی کرتے ہیں۔ پس چونکہ برقیہ پر قوت ہمیشہ ماسک م کی جانب عمل کرتی ہے اس لیے اس کا کوئی جزو تحلیلیم نیم قطری سمتی کے علی القوائم نہیں ہوتا ہے۔ اس لیے مح کی قیمت مستقل ہوگی۔
سو م ف کا مفروضہ ہے کہ نیم قطری معیار حرکت (مح) اور زاویائی معیار حرکت (مح) دونوں پر یہی تکیہ مکمل کیا جاسکتا ہے یعنی

$$\text{مح} = \text{ن} \frac{\text{ف}}{\sqrt{2}} \quad \text{اور} \quad \text{مح} = \text{ن} \frac{\text{م}}{\sqrt{2}} = \text{ن} \frac{\text{م}}{\sqrt{2}}$$

ان میں سے ن زاہ التمتی یا زاویائی (Azimuthal or Angular) قدری عدد کہلاتا ہے اور ن نیم قطری قدری عدد۔ جوہر کی حالت کا تین اگر مجموعی قدری عدد (ن) سے ہوتا ہے تو $\text{ن} = \text{ن} + \text{ن}$

دائرہ کی مدار کی صورت میں $N = 0$ اس لیے کہ دائری حرکت میں قطر مستقل ہونے کی وجہ سے نیم قطری معیار حرکت صفر ہے۔ واضح ہو کہ N اور N_1 دونوں اپنی جدا گانہ حیثیت سے صحیح اعداد ہیں۔ مساواتوں (۱) کی رُو سے

$$\text{فک ص}^2 \text{ فرز} = N \text{ فرز} \text{ اور فک فرز} = N_1 \text{ فرز} \dots (2)$$

چونکہ H مستقل ہے ک ص $\frac{1}{\text{فرز}}$ مستقل ہے اور اس لیے مساواتوں (۲) میں پہلی مساوات کو فوراً مکمل کر سکتے ہیں چنانچہ

$$\pi^2 H^2 = N \text{ فرز} \therefore H^2 = N \text{ فرز} \dots (3)$$

(۲) کی دوسری مساوات کا مکمل کسی قدر طویل ہے۔ اس لیے کہ اس میں دو متغیر ص اور $\frac{1}{\text{فرز}}$ ہیں۔ ہم ان دونوں کو N کی رقوموں میں ظاہر کریں گے۔ چونکہ ناقص کی قطعی مساوات سے

$$\text{ص} = (1 + N \text{ حجم فرز}) = (1 - 1) \text{ فرز} \dots (4)$$

جس میں $N =$ ناقص کا خروج المرکز اور $1 =$ اس کا نصف محور عظیم اور

$$\text{واضح ہو کہ } N = \frac{1 - 1}{2} \text{ جس میں } 1 = \text{نصف محور اقل} = (1 - 1) \text{ فرز}^{\frac{1}{2}}$$

مساوات (۴) کو تفریق کرنے سے

$$\frac{\text{فرز}}{\text{فرز}} = (1 + N \text{ حجم فرز}) - \text{ص} = \text{فرز} = 0$$

$$\therefore \frac{1}{\text{ص}} \frac{\text{فرز}}{\text{فرز}} = \frac{N \text{ حجم فرز}}{1 + N \text{ حجم فرز}} \dots (5)$$

$$\text{مساواتوں (۱) سے } \frac{H^2}{\text{ص}^2 \text{ فرز}} = \frac{H^2}{\text{فرز}} \therefore H^2 = \frac{1}{\text{فرز}} \frac{\text{فرز}}{\text{فرز}} \dots (6)$$

اور فرض = $\frac{\text{فرض}}{\text{فرد}}$ - پس ان قیمتوں کو (۲) کی دوسری مساوات میں درج کرنے سے

$$\phi \text{ مح } \frac{1}{\text{ص}} \frac{\text{فرض}}{\text{فرد}} = \text{نص}$$

$$\phi \text{ مح } \left(\frac{1}{\text{ص}} \frac{\text{فرض}}{\text{فرد}} \right)^2 = \text{نص}^2 \dots \dots \dots (۷)$$

پس از روئے مساوات (۳) و (۵)

$$\frac{ز}{\pi^2} \phi \text{ جب } \frac{\text{فرد}}{\text{فرد}} = \text{نص} \dots \dots (۸)$$

اس تکمل میں صرف ایک ہی متغیر ہے۔ اس لیے ہم اس کا تکمل بالخصص انجام دینگے

$$\frac{\text{نص}}{\text{نذ}} = \frac{ز}{\pi^2} \phi \text{ (جب } \frac{\text{فرد}}{\text{فرد}} \text{)} \left\{ \frac{\text{ز جب } \frac{\text{فرد}}{\text{فرد}}}{\pi^2} \right\} \text{ فرد}$$

$$\frac{\text{نص}}{\text{نذ}} = \frac{ز}{\pi^2} \left[\frac{\text{ز جب } \frac{\text{فرد}}{\text{فرد}}}{\pi^2} - \frac{\pi^2}{\pi^2} \right] \text{ فرد} \dots \dots (۹)$$

توسین میں جو رقم لکھی گئی ہے اس کی قیمت دونوں نہایتوں (۲۲ اور) کے لیے صفر ہے۔ پس

$$\frac{\text{نص}}{\text{نذ}} = \frac{ز}{\pi^2} \int \frac{\text{ز جب } \frac{\text{فرد}}{\text{فرد}}}{\pi^2} \text{ فرد} = \frac{1}{\pi^2} \left(1 - \frac{1}{\pi^2} \right) \text{ فرد} \dots \dots (۱۰)$$

$$\text{پس } 1 - \frac{1}{\pi^2} = \frac{\text{نص}}{\text{نذ}}$$

$$\therefore 1 - \frac{1}{\pi^2} = \left(\frac{\text{نص}}{\text{نذ} + \text{نص}} \right) \text{ اور } 1 - \frac{1}{\pi^2} = \left(\frac{\text{نص}}{\text{نص} + \text{نذ}} \right)^2 \dots \dots (۱۱)$$

مساوات (۱۱) سے واضح ہے کہ مجموعی قدری عدد کی کسی دی ہوئی

قیمت کے لیے برقیہ کے ممکنہ ناقص مداروں کی تعداد بھی n کو ممکنہ قیمتوں کے لحاظ سے محدود ہے۔ مثلاً اگر $n \equiv n' + n'' = h$ تو پانچ ہی ناقص مداروں میں حرکت ہو سکتی ہے۔ ایک ایک مدار n ذہ کی ہر ممکنہ صحیح عددی قیمت یعنی $1, 2, 3, 4, 5$ اور h کے لحاظ سے ممکن ہے۔ $n = 5$ صفر کو اس لیے متروک کرنا پڑتا ہے کہ ایسی صورت میں ناقص کا خروج المرکز اکائی ہوگا اور برقیہ کا مدار خط مستقیم ہوگا جو مرکزہ میں سے گزرے گا۔

ہم اب برقیہ کے مختلف ناقص مداروں کو پیش نظر رکھ کر جوہر کی توانائی محسوب کریں گے اور اس کی مدد سے مساوات (۱۱) کی مزید تعبیر کریں گے۔ چونکہ مجموعی توانائی

$$2 = t + q \quad (\text{یعنی توانائی بالفعل} + \text{توانائی بالقوہ})$$

$$(12) \quad \text{توانائی بالقوہ } q = \frac{b}{r} = \frac{b}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \dots} \quad \dots \dots \dots$$

(جس میں $\frac{1}{2} =$ ناقص کا نصف محور اعظم) $b =$ برقیہ کا بار اور $b =$ مرکزہ کا بار

$$\text{اور توانائی بالفعل } t = \frac{1}{2} k \left(\frac{1}{r} \right) + \frac{1}{2} k \left(\frac{1}{r} \right) \quad (\text{ص فرس})$$

ت کو ذہی کی رقموں میں ظاہر کرنے کے لیے اس کے جملہ کی پہلی رقم کو k سے ضرب اور تقسیم کرو اور دوسری رقم کو k سے ضرب اور تقسیم کرو تب

$$(13) \quad t = \frac{1}{2} k \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r} \right) \quad (\text{ح ذہ}) \quad \dots \dots \dots$$

$$\text{ح ص} = \text{ح ذہ} = \frac{1}{2} k \frac{\text{فرص}}{\text{فرس}} \quad \text{از روئے مساوات (۶) پس مساواتوں (۱۱) اور (۵) کی مدد سے}$$

$$(14) \quad t = \frac{1}{2} k \frac{(\text{ح ذہ})}{r} \cdot \frac{r^2 + 2r + 1}{(r-1)^2} \quad \dots \dots \dots$$

پس مجموعی توانائی

$$۲ = ت + ق = \frac{۲۰}{۲} \times \frac{۲+۲}{۲(۲-۱)} - \frac{۱}{۲} \times \frac{۱+۱}{۲(۲-۱)} \dots (۱۵)$$

ہمارے اس مفروضہ کے بموجب کہ مدار میں حرکت کرنے سے توانائی کا شعاع نہیں ہوتا $\frac{فرق}{فرق} = ۰$

پس مساوات (۱۵) کو تفرق کرنے سے

$$\frac{فرق}{فرق} = ۰ = \frac{۲۰}{۲} \times \frac{۲}{۲(۲-۱)} + \frac{۱}{۲} \times \frac{۱}{۲(۲-۱)} \dots (۱۶)$$

اس کو دینے نصف محور اعظم کے لیے حل کرنے سے

$$(۱۷) \dots \dots \dots \frac{۲۰}{۲(۲-۱)} = ۱$$

∴ مساواتوں (۳) اور (۱۱) کی مدد سے

$$(۱۸) \dots \dots \dots \frac{۲۰}{۲(۲-۱)} = ۱$$

چونکہ $(ن ذ + ن ص) = ن$ یعنی مجموعی قدری عدد اس لیے مساوات (۱۸) دائری مدار کے نصف قطر والی مساوات کے مشابہ ہے۔ معینا

ناقص کا نصف محور اعظم $ن ذ$ اور $ن ص$ کے حاصل جمع کے تابع ہے ان کی علیحدہ علیحدہ قیمتیں خواہ کچھ ہی ہوں۔

البتہ ناقص کے نصف محور اقل $ب$ کی قیمت اتمی قدری عدد $ن ذ$ کےتابع ہے اس لیے کہ $ب = ۱ - ۱ - ۲$

$$(۱۹) \dots \dots \dots \frac{۲۰}{۲(۲-۱)} = ۱$$

برقیہ کا "تحضیضی" (Perihelion) فاصلہ $م ف$ (ملاحظہ ہو شکل ۶۳) $۱ = ۱ - ۱ - ۲$

پس $m \neq n = (n + n^2) \frac{h}{2\pi m k} [1 - \frac{n^2}{(n + n^2)}] \dots (20)$
 جس سے ظاہر ہے کہ کسی دیے ہوئے مجموعی قدری عدد کے لیے n جیسے چھوٹا ہوتا ہے
 حقیقی فاصلہ بھی چھوٹا ہوتا جاتا ہے۔ توانائی کے جملہ (۱۵) میں مساوات (۱۴)
 سے $\frac{h}{2\pi m k}$ کی قیمت درج کرنے سے

$$1 = \frac{\frac{h}{2\pi m k} \frac{1}{(1 - n^2)}}{\left[\frac{1 + 2 + 2 + \dots + n^2}{2} - (1 + 2 + \dots + n) \right]}$$

$$\frac{\frac{h}{2\pi m k} \frac{1}{(1 - n^2)}}{\frac{(1 - n^2)}{2}} =$$

$$(21) \dots \dots \dots \frac{h}{2\pi m k} =$$

اس مساوات سے ظاہر ہے کہ برقیہ کے ناقص مدار کے جوہری نظام
 کی توانائی ۱ صرف ناقص کے محور اعظم ۲ کے تابع ہے اور چونکہ یہ محور
 صرف مجموعی قدری عدد کی قیمت کے تابع ہے اس لیے جوہری نظام کی
 توانائی ان تمام ناقصوں کے لیے مساوی ہے جن کا مجموعی قدری عدد
 مساوی ہے۔

مساوات (۲۱) میں مساوات (۱۸) سے h کی قیمت
 تعویض کرنے سے توانائی

$$(22) \dots \dots \dots \frac{1}{(n + n^2)} \cdot \frac{h}{2\pi m k} = 1$$

پس بتقلید بوسر چونکہ یہ مانا جاتا ہے کہ جوہری نظام جب ایک
 مجموعی قدری عدد n کی متناظر حالت سے نکل کر ایک کثیر توانائی کی
 حالت میں جو مجموعی قدری عدد n کے متناظر ہے (اور $n < n$)
 داخل ہوتا ہے تو اس سے ایک قدریہ توانائی h نہ اشعاع کی شکل میں

خارج ہوتا جس کا ضابطہ ہے

$$h_n = a_n - a_{n-1}$$

یہاں نہ اشعاع کا تعدد ارتعاش ہے۔ جب اس کو موج عدد نہ یاع میں تبدیل کرتے ہیں تو

$$E = \frac{h \nu}{2\pi} \left[\frac{1}{(n + \frac{1}{2})} - \frac{1}{(n + \frac{3}{2})} \right] \dots (23)$$

واضح ہو کہ $(n + \frac{1}{2}) =$ مجموعی قدری عدد n اور $(n + \frac{3}{2}) =$ مجموعی قدری عدد $n+1$ پس عددی اعتبار سے مساوات (۲۳) دائری مدار کی موج عدد والی مساوات کے عین حامل ہے۔ البتہ فرق اس امر کا ہے کہ جوہر جب مجموعی قدری عدد n کے متناظر حالت میں ہوتا ہے تو اس کا برقیہ ناقصی مداروں میں سے کسی ایک مدار میں ہو سکتا ہے اور جوہر جب n مجموعی قدری کے متناظر حالت میں منتقل ہوتا ہے تو برقیہ n ناقصی مداروں میں سے کسی ایک مدار میں ہو سکتا ہے۔ اس طرح پہلی حالت سے دوسری حالت میں منتقل ہونے کے n مختلف طریقے ہیں۔ ہمارے اس مفروضہ سے کہ ناقصی مدار میں برقیہ کی تبدیلی رفتار سے اس کی کمیت پر کوئی اثر نہیں پڑتا (جو اصول اضافیت کے لحاظ سے نادرست ہے) جوہر کی تبدیلی حالت کے $(n - \frac{1}{2})$ طریقوں سے اشعاع کے تعدد ارتعاش میں کوئی فرق نہیں پیدا ہوتا۔ لیکن دراصل یہ باتیں ہوتا ہے۔ اصول اضافیت کی رو سے برقیہ کی کمیت مستقل نہیں رہ سکتی۔ سومر فلڈ نے اس امر کو پیش نظر رکھ کر جواہم اور پر معنی نتائج اخذ کیے ذیل میں بیان کیے جاتے ہیں :-

ناقصی مدار اور سومر فلڈ کی تصحیح بلحاظ اصول اضافیت -
تجربہ اور نظریہ دونوں سے ثابت ہوتا ہے کہ اجسام کی کمیت ان کی رفتار کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ اگر حالت سکون میں کسی جسم کی کمیت k ہے اور رفتار v کی حالت میں k' تو نظریہ اضافیت کی رو سے

$$ک = \frac{ک}{\frac{۲}{۲} - ۱۷} = \text{جس میں سر} = \text{رفار فور} \dots (۲۴)$$

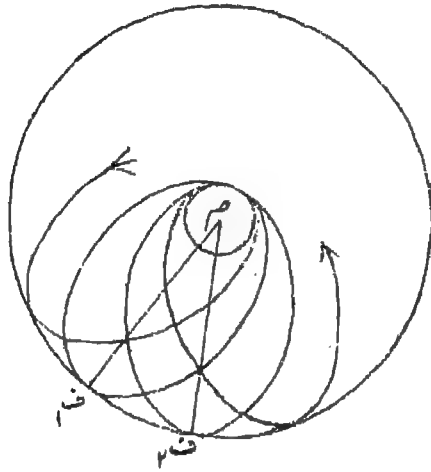
برقیہ کا مدار جب ناقصی ہوتا ہے تو اس کی رفتار مختلف مقاموں پر بہت مختلف ہوتی ہے چنانچہ جب اس کا نیمقطر سمتی اقل ہوتا ہے تو رفتار اعظم ہوتی ہے اور جب وہ اعظم ہوتا ہے تو رفتار اقل ہوتی ہے۔

زاویہی معیار اثر کو مستقل ماننے سے ک ص ۲ فرخ = مستقل
کمیت ک جب مستقل سمجھی جاتی ہے تو کیپلر (Kepler) کا ناقصی حرکت کا
دوسرا کلیہ کہ نیمقطر سمتی مساوی اوقات میں مساوی رقبے طے کرتا ہے فوراً حاصل
ہوتا ہے اس لیے کہ جزو رقبہ (فرس) جو جزو زاویہ فرخ سے متعلق ہے
= $\frac{۱}{۲} \text{ ص } ۲ \text{ فرخ} - \text{پس}$

$$ہ ک فرس = \text{مستقل}$$

لیکن اگر کمیت ک رفتار کے ساتھ بدلتی ہے تو صورت حال مختلف ہوتی
ہے اور برقیہ کا مدار ناقصی نہیں ہوتا بلکہ شکل ۷۵ کی طرح تغیر پذیر اور کھلا
ہوتا ہے۔ گویا ایک ناقص نما مدار ہے جس کے مستوی میں محور اعظم ایک اسکہ کے
گرد (بطور مرکز) ایسی زاویہی رفتار کے ساتھ گھومتا ہے کہ نیمقطر سمتی کی قیمت
علی التواتر اعظم ہونے تک محور مذکور ایک مستقل زاویہ فام فہ میں آگے کو
بڑھ جاتا ہے۔ مدار کے اندر مرکزہ کے گرد برقیہ کی زاویہی حرکت جس سمت میں ہوتی ہے
محور اعظم کی زاویہی حرکت بھی اسی سمت میں ہوتی ہے (دیکھو شکل ۷۵)۔
بالفاظ دیگر اگر ایسی حرکت ہے کہ نیمقطر سمتی کی قیمت علی التواتر اعظم ہونے کے لیے
اس کو بجائے زاویہ ۲۲۲ میں گھومنے کے زاویہ ۲۲۲ میں گھومنا پڑتا ہے
جس میں جہ اکائی سے ذرا سی چھوٹی ایک مقدار ہے۔ ایسی صورت میں ہم نے
برقیہ کے ناقصی مدار کے لیے جو مساواتیں قبل ازیں حاصل کی تھیں وہ بحال رہ سکتی
ہیں اگر بجائے فہ کے جہ فہ لکھا جائے۔ سوہر فلک نے ثابت کیا کہ

$$\sqrt{\frac{2 \text{ ب} \cdot 2 \text{ ح}}{2 \text{ س} \cdot 2 \text{ ح}} - 1} = \text{ج}$$
 [یہ اور ب علی الترتیب برقیہ اور مرکزہ کے بار ہیں ح ج = زاویہ معیار حرکت
 اور س = رقبہ نور]



شکل ۶۵

پس اس سے واضح ہے کہ برقیہ کو اب دو قدری حرکتیں حاصل ہیں،
 ایک حرکت جس سے اس کا نیمقطر سمتی علی التواتر اعظم و اقل قیمتوں میں بدلتا رہتا ہے،
 اور دوسری حرکت جس سے اس کے مدار کا محور بتدریج اور نسبتاً بہت آہستہ
 ماسکہ م کے گرد گھومتا ہے۔ ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ برقیہ کی یہ
 حرکت ایک حد تک ذیما نی اثر والی حرکت کے مشابہ ہے۔ پس اس مدار میں
 حرکت کرتے ہوئے برقیہ سے اگر قدیم برقی مقناطیسی گلیوں کے بموجب توانائی کا اشعاع
 صادر ہو تو ہم توقع کر سکتے ہیں کہ اشعاع مذکور دو باہمی یگر خفیف سے مختلف
 تعددوں پر مشتمل ہوگا۔ نظریہ قدریہ سے بھی اس کے مشابہ نتائج حاصل کیے جاسکتے ہیں

لیکن اس کا تصور بالکل مختلف ہوگا۔ سوہر فلڈ نے اس مسئلہ کی تحقیق میں جو نتائج اخذ کیے ذیل میں ان کا اقتباس پیش کیا جاتا ہے۔
برقیہ کی ناقصی مداری حرکت فرض کر کے سوہر فلڈ ناقص کی مساواتوں سے آغاز کرتا ہے البتہ بجائے ف کے جہ فہ تعویض کرتا ہے اور برقیہ کی کمیت کو حسب مساوات (۲۲) رفتار کے تابع تصور کر کے بالآخر برقیہ اور مرکزہ کے نظام کے لیے قدری حالت ن سے متعلق توانائی کا حسب ذیل ضابطہ حاصل کرتا ہے:-

$$1 = \text{ک. ب. س}^2 + \text{ک. ب. س}^2 + 1 \left[\frac{(\text{ع. ج. ج.})^2}{\{ \text{ن. م.} + \text{ن. د.} - (\text{ع. ج. ج.})^2 \}} \right] \dots (۲۵)$$

جس میں ک. ب. برقیہ کی کمیت بحالت سکون ہے، ع $\equiv \frac{2\pi^2}{\text{س. م.}}$ (طبیعی خط کی باریکی ساخت کا مستقل) اور ج. ج. = جوہری حدود جو مائیٹروجن کے لیے اکائی ہے۔ اس سے پہلے ہم نے اضافیت کی تصحیح بغیر توانائی کے لیے مساوات (۲۲)

$$\text{یعنی } 1 = \frac{\text{ک. ب. س}^2}{\text{م.}} - \frac{1}{\text{ن. د.}} = \frac{\text{ک. ب. س}^2}{\text{م.}} - \frac{1}{\text{ن. د.}}$$

حاصل کی تھی جس میں ب = مرکزہ کا برقی بار = ع. ج. ج. ہے اور ن = ن. د. = جدید مساوات (۲۵) کا سہولت کے ساتھ مساوات (۲۲) سے مقابلہ کرنے کے لیے

$$\text{ن. م.} + \text{ن. د.} - (\text{ع. ج. ج.})^2 \text{ کی بجائے س. م. لکھو}$$

تب مساوات (۲۵) صورت ذیل اختیار کرتی ہے:

$$1 = \text{ک. ب. س}^2 + \text{ک. ب. س}^2 + 1 \left[\frac{(\text{ع. ج. ج.})^2}{\text{س. م.}} \right]$$

$$= \text{ک. ب. س}^2 + \text{ک. ب. س}^2 + 1 \left[\frac{1}{\text{س. م.}} + \frac{(\text{ع. ج. ج.})^2}{\text{س. م.}} - \dots \dots \dots \right]$$

ازروئے مسئلہ ثنائی جس میں بعد کو آنے والی رقیں ناقابل لحاظ سمجھ کر

نظر انداز کر دی جاسکتی ہیں اس لیے کہ $(\frac{ع۲ ج۲}{س}) > ۱$

مہذا $\{ن - (ع۲ ج۲)\} = \{ن - ۱\} = \{ن - (\frac{ع۲ ج۲}{س})\}$ $\frac{۱}{ن} - \frac{۱}{ن} = \frac{۱}{ن} - \frac{ع۲ ج۲}{ن س}$ تقریباً

$$\frac{۱}{\frac{۱}{ن} - \frac{ع۲ ج۲}{ن س}} = \frac{۱}{ن - \frac{ع۲ ج۲}{س}} \approx \frac{۱}{س} \quad (\text{اس لیے کہ } ن + ن = ن)$$

$$\frac{۱}{\{ن - \frac{ع۲ ج۲}{س}\}^۲} = \frac{۱}{\{ن - \frac{ع۲ ج۲}{س}\}^۲} = \frac{۱}{س^۲}$$

$$\frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س} = \frac{۱}{ن} \left\{ ۱ + \frac{ع۲ ج۲}{س} \right\} \approx \frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س}$$

$$\frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س} = \frac{۱}{ن} \left\{ ۱ + \frac{ع۲ ج۲}{س} \right\} \approx \frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س}$$

$$\frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س} = \frac{۱}{ن} \left\{ ۱ + \frac{ع۲ ج۲}{س} \right\} \approx \frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س}$$

$$\frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س} = \frac{۱}{ن} \left\{ ۱ + \frac{ع۲ ج۲}{س} \right\} \approx \frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س}$$

$$\frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س} = \frac{۱}{ن} \left\{ ۱ + \frac{ع۲ ج۲}{س} \right\} \approx \frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س}$$

جو $\frac{۱}{ن}$ اور $\frac{ع۲ ج۲}{ن س}$ کی تقریبی قیمتیں تو بیض کرنے سے

$$\frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س} = \frac{۱}{ن} \left\{ ۱ + \frac{ع۲ ج۲}{س} \right\} \approx \frac{۱}{ن} + \frac{ع۲ ج۲}{ن س}$$

جس سے واضح ہوتا ہے کہ اضافیت کی تصحیح سے توانائی کے جملہ میں ایک دوسری رقم کا

اضافہ ہوتا ہے جس میں مجموعی قدری عدد n اور السمتی قدری عدد n کی نسبت شامل ہے۔ یعنی توانائی محض n ذ + n ص کی مجموعی قیمت کے تابع نہیں ہے بلکہ اس امر کے بھی کہ یہ مجموعی قیمت n ذ اور n ص میں کس طرح تقسیم ہوتی ہے۔
 n لینے مجموعی قدری عدد مستقل رہ کر n ذ کی قیمت جس قدر کم ہوگی توانائی n کی جبری قیمت بھی ویسے ہی کم ہوگی۔ پس مساوی مجموعی قدری عدد کے دائرہ اور ناقص میں ناقص کی توانائی کمتر ہے اور جیسے جیسے ناقص کا خروج المرکز بڑھتا ہے مدار کی توانائی گھٹتی ہے۔ چونکہ n مجموعی قدری عدد کے n مدار ممکن ہیں اس لیے بجائے ایک معین قیمت کی توانائی کے n توانائیوں کا امکان پایا جاتا ہے جو ایک دوسری سے ضیف سے مختلف ہیں۔ مدار کی توانائی کے اس طرح ”پھیننے“ کی وجہ سے طیفی خط بھی پھٹ کر ساخت کی باریکی (fine structure) پیدا کرتے ہیں۔

ہم مثال کے طور پر ہائیڈروجن کے طیفی خط $H\beta$ کی ساخت پر بحث کریں گے جو مجموعی قدری عدد $n = 4$ کے مداروں سے $n = 2$ کے دو مداروں میں سے کسی ایک مدار میں برقیہ کے منتقل ہونے سے پیدا ہوتا ہے۔ چونکہ $n = 2$ کے چار مدار ہیں اور $n = 4$ کے دو اس لیے اذروے حساب آٹھ ایسی منتقلیاں ممکن ہیں اور ان میں سے کسی ایک سے متعلق تعدد (نہ) دریافت کرنے کے لیے بوسر کا ضابطہ

$$H_n = n^2 - n_m^2 - n_n^2$$

مساوات (۲۶) میں استعمال ہو سکتا ہے۔

چونکہ تعدد (نہ) اور موج عدد (ع) کے مابین رابطہ $E = h \nu$ ہے

$$H_n = n^2 - n_m^2 - n_n^2 = E \quad \text{اس لیے}$$

$$E = \frac{h c}{\lambda} = \frac{h c}{\lambda_n} - \frac{h c}{\lambda_m} - \frac{h c}{\lambda_n} \quad \text{پس}$$

(جس کا صرف یہی مفہوم ہے کہ توانائی A بجائے تعدد کی اکائیوں کے

موج عدد کی اکائیوں میں ظاہر کی جاتی ہے۔

$$\text{لیکن } \frac{22 \text{ کدہ } 2}{\text{سر } 3} = \text{رڈ برگ کا مستقل رسترا}$$

$$\text{اور } 2 = \text{سوہر فلڈ والا باریک ساخت کا مستقل} = \frac{22 \text{ کدہ } 2}{\text{سر } 3} = \frac{22 \times 2}{3} = \frac{44}{3} = 14.6666$$

پس مساوات (۲۶) صورت

$$\text{آن } 2 = \frac{2}{3} - \frac{2}{3} \text{ جے } \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2} \right) \dots \dots (26)$$

اختیار کرتی ہے۔ جس میں آن 2 سے مراد مجموعی قدری عددن اور اسہستی قدری عددن سے متعلقہ مدار کی توانائی ہے (موج عدد اکائیوں میں) اور $\frac{2}{3}$ اضافیت کے لحاظ سے غیر مصححہ توانائی ہے اور

$$\frac{2}{3} \text{ جے } \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2} \right) = \Delta = \text{تصحیح بلحاظ اضافیت} \dots \dots (28)$$

چونکہ ہائیڈروجن کے باقیہ والے سلسلہ میں انتہائی مدار کے لیے مجموعی قدری عددن کی قیمت 2 ہے اور

$$\text{جے } 1 = \text{پس } 2 - \Delta = \Delta = \text{H}$$

$$\left[\left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2} \right) - \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2} \right) \right] = \frac{(2 - 10 \times 45284) \times 109600}{2}$$

$$1 - 0.367 = \frac{2}{3} \text{ جے } \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{2} \right) = \frac{(2 - 10 \times 45284) \times 109600}{2} =$$

اور ہائیڈروجن کے دوسرے خط کا مستقل کہلاتا ہے۔ اس سے مجموعی قدری عددن 2 سے متعلق ہائیڈروجن کے برقیہ کی دو توانائی کی سطحوں کا تفاوت متصور ہے۔

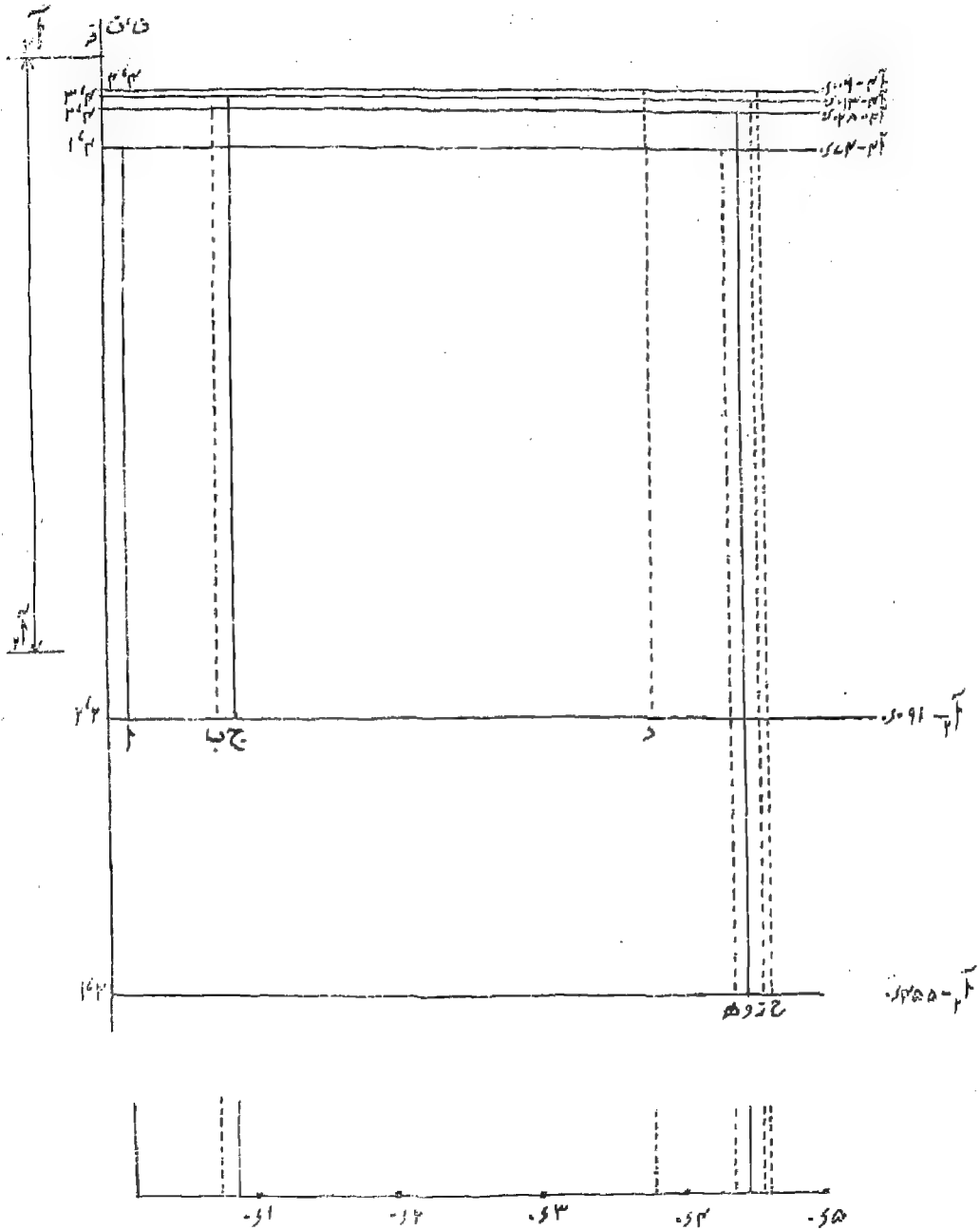
اب ہم ہائیڈروجن سے جوہر کے $n=2$ مداروں سے $n=1$ مداروں میں برقیہ کی منتقلی سے متعلق توانائی کی سوہر فلڈ والی تصحیح اضافیت ایک جدول کی شکل میں بنا کر پیش کرتے ہیں۔

ن	ن ذ	$(\frac{3}{2} - \frac{ن}{ذ})$	$\Delta = \frac{ر}{ن} (\frac{3}{2} - \frac{ن}{ذ})$	صحیح توانائی آن ذ = آن - Δ
۲	۲	$\frac{1}{2}$	۰.۰۰۰۶	آن _۲ = - آن _۱ - ۰.۰۰۰۶ سمر
۲	۳	$\frac{6}{12}$	۰.۰۰۱۳	آن _۳ = - آن _۲ - ۰.۰۰۱۳
۲	۲	$\frac{5}{4}$	۰.۰۰۲۸	آن _۲ = - آن _۱ - ۰.۰۰۲۸
۲	۱	$\frac{13}{4}$	۰.۰۰۴۴	آن _۱ = - آن _۲ - ۰.۰۰۴۴
۲	۲	$\frac{1}{2}$	۰.۰۰۹۱	آن _۲ = - آن _۱ - ۰.۰۰۹۱
۲	۱	$\frac{5}{2}$	۰.۰۲۵۵	آن _۱ = - آن _۲ - ۰.۰۲۵۵

شکل ۶۶ میں آن اور آن غیر صحیح توانائی کی سطحیں ہیں اور برقیہ صحیح سطحیں صحیح توانائی آن ذ کی ہیں۔ آن کی صحیح اور غیر صحیح توانائی کی سطحوں کا تفاوت بلحاظ پیمانہ تقریباً صحیح بتایا گیا ہے اور اس طرح آن کی صحیح و غیر صحیح کا تفاوت بلحاظ پیمانہ صحیح ہے لیکن جگہ کی قلت کی وجہ سے آن اور آن کی سطحوں کا تفاوت خلاف پیمانہ اور فرضی منتخب کر لیا گیا۔

اس طرح توانائی کی جراثیمی لکیریں کھینچی گئی ہیں ان کو ہم ایک طرح سے برقیہ کے مختلف مداروں کا قائم مقام تصور کر سکتے ہیں اور مجموعی قدری عدد ۴ چار ناقصی مداروں سے مجموعی قدری عدد ۲ کے دو ناقصی مداروں میں برقیہ کی منتقلی کی تعبیر ان کی متعلقہ سطحوں کو لانے والے انتصابی خطوط سے ہو سکتی ہے۔

ازدوے حساب واضح ہے کہ کال آٹھ منتقلیاں ہو سکتی ہیں جن کی تعبیر شکل میں ا، ب، ج، د، ہ، و، ز، ح پر کے انتصابی سطحوں سے ہوئی ہے۔ لیکن ہم نے ان میں سے صرف ا، ج، اور و پر کے سطحوں کو مسلسل کھینچا ہے۔



۱ اور بتیہ پانچ کو نقطہ دار۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ قاعدہ انتخاب کی رو سے صرف پہلی ہی تین منتقلیاں ممکن ہیں۔ پس اضافیت کے اصول (۱ اور انتخاب کے قاعدہ) کے بموجب HP کا خط چھٹ کر تین باریک خطوط پیدا کرتا ہے۔ شکل ۱۱۱ میں سب کے نیچے کے خط پر تقریباً پیمانہ کے بموجب ان آٹھ باریک خطوط کے موج عددوں کی نشان دہی کی گئی ہے جو از روئے حساب ممکن ہیں۔ امر واقعی یہ ہے کہ صرف تین ہی پیدا ہوتے ہیں۔ جن میں سے دو اس قدر قریب ہیں کہ ان کو تحلیل کرنے کے لیے ہمارے موجودہ آلات نامکافی ہوتے ہیں۔ ۱ اور HP ایک موٹے اور ایک باریک خط میں پٹا نظر آتا ہے۔

ذیل میں ان باریک خطوں کے موج عدد بھی درج کیے جاتے ہیں:-

$$(۱) \text{ سطح } ۱'۴ \text{ سے سطح } ۲'۲ \text{ کی منتقلی کا موج عدد } \bar{E} = \bar{E} + ۰.۰۱۰ \text{ سترہ}$$

$$(۲) \text{ " } ۲'۴ \text{ " } ۲'۲ \text{ " } \bar{E} = \bar{E} + ۰.۰۳۲$$

$$(۳) \text{ " } ۳'۴ \text{ " } ۲'۲ \text{ " } \bar{E} = \bar{E} + ۰.۰۶۸$$

$$(۴) \text{ " } ۴'۴ \text{ " } ۲'۲ \text{ " } \bar{E} = \bar{E} + ۰.۰۸۵$$

$$(۵) \text{ " } ۱'۴ \text{ " } ۱'۲ \text{ " } \bar{E} = \bar{E} + ۰.۲۸۱$$

$$(۶) \text{ " } ۲'۴ \text{ " } ۱'۲ \text{ " } \bar{E} = \bar{E} + ۰.۲۲۴$$

$$(۷) \text{ " } ۳'۴ \text{ " } ۱'۲ \text{ " } \bar{E} = \bar{E} + ۰.۲۲۲$$

$$(۸) \text{ " } ۴'۴ \text{ " } ۱'۲ \text{ " } \bar{E} = \bar{E} + ۰.۲۳۹$$

قاعدہ انتخاب - جوہر ہائیڈروجن کے مرکزہ کے گرد اس کے رقبہ کا

$$\text{زاویہی میاں حرکت} \quad \text{محزہ} = \text{ن} \cdot \frac{h}{\pi^2} \quad (۲۹)$$

اگر کسی بین مداری منتقلی میں استثنی قدری عدد ن بدل کر $\text{ن} + ۱$ ہو جاتا ہے تو

جوہری نظام کا زاویائی معیار حرکت

$$\Delta \text{ مح } = (N_2 - N_1) \frac{h}{\pi r} = \Delta N \frac{h}{\pi r} \dots (20)$$

زاویائی معیار حرکت کے بقا کے کلیہ کے بموجب ایک ”بند نظام“ کا زاویائی معیار حرکت تبدیل نہیں ہو سکتا۔ ہم نے تسلیم کر لیا کہ جب ایک حالت سے دوسری حالت میں منتقلی عمل میں آتی ہے تو جوہر کا زاویائی معیار حرکت تبدیل ہوتا ہے پس اس سے ظاہر ہے کہ ہم جوہر کو ایک ”بند نظام“ نہیں مان سکتے۔ بلکہ ان بین مداری منتقلیوں میں جو اشعاع واقع ہوتا ہے اس کو ہم زاویائی معیار حرکت کی مقدار $\Delta \text{ مح}$ کا اٹھالیا جانا تصور کر سکتے ہیں۔ زاویائی معیار حرکت کے بقا کے کلیہ کو اشعاع صادر کرنے والے ایک جوہری نظام پر عائد کر کے دو بینا دشن (Rubinowicz) نے ثابت کیا کہ ایسے بین مداری مروروں میں الٹے سٹی قدرتی N صرف $+1$ اور -1 کی حد تک بدل سکتا ہے

$$N \pm 1$$

بقیہ تبدیلیاں ”ممنوع“ ہیں۔ اسی قاعدہ کو ”انتخاب کا قاعدہ“ کہتے ہیں۔ شکل ۱۱۱ میں جو نقطہ دار طیفی خط اور توانائی کی سطحوں سے برقیہ کی منتقلیاں بتائی گئی ہیں وہ اسی انتخاب کے قاعدہ کے تحت بتائی گئی ہیں اور وہ ظہور پذیر نہیں ہوتی ہیں۔

مشاہدہ سے ہائیڈروجن کے باہر والے خطوط ($H_\alpha, H_\beta, H_\gamma$) میں جو ”پھوٹ“ دریافت ہوئی ہے وہ سوہر فلڈ کے اس نظریہ سے اخذ کی ہوئی تھیں۔ سے بھٹک منطق نہیں ہوتی۔ معیناروانی (Ionised) ہیلیم کے بعض طیفی خطوط کی باریک ساخت مشاہدہ کرنے سے ایسے خطوط کا قطعی وجود بھی پایا جاتا ہے جن کو سوہر فلڈ کا نظریہ ممنوع قرار دیتا ہے۔ برقیہ کے متعلق مداری گردش کے علاوہ اگر محوری گردش بھی فرض کی جائے اور موجی میکانیات (Wave Mechanics) کے طریقے استعمال کر کے اضافیت کا نظریہ عائد کیا جائے تو طیفی خطوط کی باریک ساخت مشاہدہ کے نتائج کے ساتھ اور بھی زیادہ منطق ہوتی ہے۔

خالص طیف نگاری مقدمات کے ذریعہ ہر بارک

عالمگیر مستقلوں کی تعیین -

اس سے پہلے ہم نے سوم فلڈ والے ضابطہ میں بتایا ہے کہ بارک

ساخت کے متقل $\frac{2}{3} = \left(\frac{2}{3} \right)^2$ کو ایک خاص اہمیت حاصل ہے

اس لیے کہ $\frac{2}{3} = \frac{2}{3} = 0.666$ سمتر جو ہائیڈروجن کا دوسرے طیفی خط کا

متقل کہلاتا ہے اس کے تابع ہے - اس طرح $\frac{2}{3}$ کی قیمت بذریعہ مشاہدہ

ویبلیش 1.0×10^{-5} برآمد ہوتی ہے - پس واضح ہے کہ ہم اس سے

$\frac{2}{3}$ معلوم کر سکتے ہیں -

مہذا طیفی مشاہدوں سے $\frac{2}{3}$ یعنی ہائیڈروجن کا ریڈ برگ متقل 1.944×10^{-5} سمتر

ہے اور چونکہ وہ

$$\frac{2}{3} = \frac{2}{3} = \frac{2}{3} = \frac{2}{3}$$

جن میں سے $\left(\frac{2}{3} \right)$ کی قیمت بذریعہ $\frac{2}{3}$ اور $\frac{2}{3}$ کی قیمت بھی طیف نگاری

طریقوں میں سے معلوم ہو جاتی ہے - [اس لیے کہ $\frac{2}{3}$ اور $\frac{2}{3}$ کی مدد سے ہم

قبل ازیں $\frac{2}{3}$ کی قیمت کی تعیین کا جو طریقہ بیان کیا ہے اس پر

ذرا غور کرنے سے معلوم ہو جائیگا کہ یہ نسبت دراصل

(ہائیڈروجن ایون کے برقی بار) اور (برقیہ کے برقی بار) کی نسبت ہے کیونکہ

ہائیڈروجن ایون کا اور برقیہ کا برقی بار دونوں عین مساوی ہیں اور ساتھ ہی اس کے

ہائیڈروجن ایون کے برقی بار اور اس کے جہر کی کمیت کی نسبت جو دراصل

ہائیڈروجن گرام ایون کا برقی بار یعنی 9.6×10^{-10} کولمب ہے پہلے ہی سے بخوبی

معلوم ہے اس لیے برقیہ کے بار اور اس کی کمیت یعنی $\frac{2}{3}$ کی قیمت بھی

طیف نگاری طریقوں سے دریافت ہو جاتی ہے)۔ پس مندرجہ بالا مساوات سے بہ کی قیمت محسوب ہو جاتی ہے اور پھر اس کے ذریعہ k اور h کی قیمتیں علیحدہ محسوب ہو جاتی ہے۔

بیرونی مرکز کی کثیر التعداد برقیوں والے عناصر کے

مناظری طیف — بوسر کا نظریہ ہائیڈروجن اور ہائیڈروجن کے مماثل بیرون مرکزی ایک برقیہ والے عناصر کے لیے ٹھیک منطبق ہوتا ہے۔ چنانچہ ایک بار روانی ہوئی ہیلیم یا دوبار روانی ہوئی لیتھیم کے طیف ہائیڈروجن کے طیف کے بہت مشابہ ہوتے ہیں، اس لیے کہ ہیلیم کا جوہری عدد دو ہے اور لیتھیم کا تین۔ اول الذکر کے دو بیرونی برقیوں میں سے جب ایک برقیہ نکال دیا جاتا ہے اور ثانی الذکر کے تین بیرونی برقیوں میں سے دو نکال دیے جاتے ہیں تو صرف ایک ایک برقیہ باقی رہتا ہے جس کی وجہ سے ان جوہروں کی ساخت معمولی ہائیڈروجن کے جوہر کی ساخت کے مماثل ہو جاتی ہے۔ فرق صرف مرکزہ کی کمیتوں میں پایا جاتا ہے۔

ایک سے زائد بیرونی برقیہ والے جوہر کے لیے بوسر کا نظریہ استعمال کرنے میں ناقابل حل حسابی دقتیں پیش آتی ہیں۔ سو صرف فلٹ نے بعض تجربی مشاہدات کی مدد سے ایسے جوہر کی ساخت کے متعلق چند جائز مفروضوں سے کام لے کر بوسر کا نظریہ استعمال کیا اور ان کے ہیون کے لیے جو ضابطے حاصل کیے ان سے تقریبی حد تک واقعات کی ترجمانی ہوئی ہے۔

جس طرح ایک بار روانی ہوئی ہیلیم کا مناظری طیف طبیعی ہائیڈروجن کے طیف کے مشابہ ہے اسی طرح ایک بار روانے ہوئے میگنیشیم کا طیف طبیعی سوڈیم کے طیف کے ساتھ ایک حد تک مشابہت رکھتا ہے۔ طیف نامی اصطلاح میں میگنیشیم کا شمار d طیف سوڈیم کے قوسی طیف کے مشابہ ہے۔ اسی طرح سوڈیم کا شرارتی طیف نیون (Neon) کے قوسی طیف کے

مشابہ ہے۔ (اور عموماً ایک عنصر کا شمار فی طیف اس کے متصل کے کمتر جوہری عدد والے عنصر کے قوسی طیف کے مشابہ ہے۔ یہ کلیہ ڈسپلیسمنٹ (Displacement) یعنی ہٹاؤ کا کلیہ کہلاتا ہے۔

ضمیمہ طبیعیات برق کے گیارہویں باب میں ہم نے جو اہر کی سٹ پر بحث کرتے ہوئے مرکز کے گرد 'K', 'L', 'M', 'N', 'O', 'P' اور 'Q' خولوں کا تصور پیش کیا تھا جو طبیعی کیائی نقطہ نظر سے مفید اور

سومر فلڈ کے اس تقریبی حسابی عمل کے سمجھنے میں بکار آمد ہے۔ توقع کی جاتی ہے کہ طالب علم پہلے اسی محولہ باب کا مطالعہ کر لینگے۔ ذیل کی جدول میں ہم متباعدت بوسے عناصر کے دوری نظام میں سے بطور نمونہ ابتداء کے چند عناصر کو سلسلہ دار لکھ کر ان کے جوہری عدد، ان کے خولوں (یا مداروں) کے برقیوں کی تعداد اور متعلقہ حاصل مجموعی قدری عدد (N) کی تصریح کرتے ہیں۔ اس کے مطالعہ سے معلوم ہوگا کہ جوہری عدد کے اضافہ کے ساتھ مرکزوں کے گرد خولوں میں برقیوں کی ترتیب کس طرح بتدریج بدلتی ہے۔ غیر عامل گیسوں (ہیلیم، نیون وغیرہ) کے خول کس طرح برقیوں سے "مکمل" متصور ہو سکتے ہیں اور تیز عامل عناصر (لیتھیم، سوڈیم، پوٹاشیم وغیرہ) کے سب سے بیرونی خول میں ایک زائد برقیہ مائید روحن کے برقیہ کے مائل کیونکر کیفیت پیدا کرتا ہے:-

دور (۱)				دور (۲)				دور (۳)			
N = ۱				N = ۱				N = ۱			
۱	H	۱		۱	۲	Li	۳	۱	۸	۲	Na
۲	He	۲		۲	۲	Be	۴	۲	۸	۲	Mg
				۳	۲	B	۵	۳	۸	۲	Al
				۴	۲	C	۶	۴	۸	۲	Si
				۵	۲	N	۷	۵	۸	۲	P
				۶	۲	O	۸	۶	۸	۲	S
				۷	۲	F	۹	۷	۸	۲	Cl
				۸	۲	Ne	۱۰	۸	۸	۲	A

دور (۵)	دور (۴)
۵ ۴ ۳ ۲ ۱ = ن	۴ ۳ ۲ ۱ = ن
۱ ۸ ۱۸ ۸ ۲ Rb ۳۷	۱ ۸ ۸ ۲ K ۱۹
بعض صورتوں میں کسی قدر پیچیدہ ترتیب	۲ ۸ ۸ ۲ Ca ۲۰
۸ ۱۸ ۱۸ ۸ ۲ Xe ۵۴	بعض صورتوں میں کسی قدر پیچیدہ ترتیب
دور (۶)	دور (۶)
۷ ۶ ۵ ۴ ۳ ۲ ۱ = ن	۶ ۵ ۴ ۳ ۲ ۱ = ن
۱ ۸ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ ۸۷	۱ ۸ ۱۸ ۱۸ ۸ ۲ Cs ۵۵
۲ ۸ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ Ra ۸۸	بعض صورتوں میں کسی قدر پیچیدہ ترتیب
۲ ۱۲ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ U ۹۲	۸ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ Ni ۸۶

اس سے پہلے ذکر آچکا ہے کہ مشاہدات کی بناء پر عناصر کے مناظری طیفی سلسلوں سے متعلق طیفی خط کے موج عدد (ع) کی قیمن کے لیے ریش (Ritz) نے جو عام مساوات

$$ع = ر \left[\frac{1}{(ن + ل + ب)^2} - \frac{1}{(ن + ل + ب)^2} \right] \dots (۱)$$

دریافت کی ہے اس میں ن اور ل تغیر پذیر صحیح اعداد ہیں، ل اور ب مستقل عدد ہیں اور ب اور ب کسی ایک مخصوص سلسلہ کے لیے تقریباً مستقل ہیں۔

اس سے براہ راست یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ پیچیدہ ساخت کے جوہر کی توانائی کی سطحوں کا ضابطہ بشکل

$$ان = ب - \frac{ساہر}{(ن + ل + ب)^2} \dots (۲)$$

اور چونکہ \int محض فرقہ = $n \cdot h$ جس میں n ذرات سمی قدری عدد ہے
 پس حاصل مجموعی توانائی
 $U = Q + T$

$$= - \left(\frac{n^2}{2\pi^2} \frac{1}{m} + \frac{1}{2} \right) \frac{1}{h} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} =$$

اور $\int_{n=0}^{n=\infty} \text{محض فرقہ} = n \cdot h$

$$\int_{n=0}^{n=\infty} \left[\frac{n^2}{2\pi^2} \frac{1}{m} + \frac{1}{2} \right] \frac{1}{h} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} =$$

$$\text{جس سے } U = \frac{\pi^2}{15} \frac{k^4}{h^3} \frac{1}{m} \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{جس میں } \frac{1}{m} = \frac{\pi^2}{15} \frac{k^4}{h^3} \frac{1}{m} \text{ اور } \frac{1}{m} = \frac{\pi^2}{15} \frac{k^4}{h^3} \frac{1}{m}$$

مساوات (5) کا مساوات (2) سے مقابلہ کر کے دیکھا جائے تو معلوم ہوگا

$$R = \frac{\pi^2}{15} \frac{k^4}{h^3} \text{ اور } n \cdot h = n \cdot h$$

قدری عدد

واضح ہے کہ U اور B دونوں سمی قدری عدد کے تفاعل ہیں، لیکن B مہذا توانائی U کا بھی تفاعل ہے۔ دونوں بھی نسبت چھوٹے عدد ہیں، صطبی جوہری نیوٹرینو کا نصف لیا جاسکتا ہے۔ ریش کی محولہ بالا مساوات طبعی جوہر کے قوسی طیف کے چار سلسلوں کی تمام تعبیر ہے جو صدر تیز منتشر اور اساسی یا برگمان کے سلسلے کہلاتے ہیں۔ یہ سلسلے مساوات (1)

(یعنی ریش کی مساوات) میں عام رقموں $1, 2, 3, \dots$ کے عوض ان کی خاص خاص قیمتیں درج کرنے سے حاصل ہوتی ہیں۔ ذیل میں ہم ان کو پاشن (Paschen) کے جدید طریقہ کتابت کے بموجب انگریزی میں لکھ کر پیش کرتے ہیں :-

[واضح رہے کہ $\bar{\nu}$ سے مراد خط کا موج عدد ہے]

$$(۶) \dots \left\{ \begin{array}{ll} \bar{\nu} = R \left[\frac{1}{(1+S+\sigma)^2} - \frac{1}{(n+p+\pi)^2} \right] & \text{Principal Series (صدر سلسلہ)} \\ \bar{\nu} = R \left[\frac{1}{(2+p+\pi)^2} - \frac{1}{(n+s+\sigma)^2} \right] & \text{Sharp Series (تیز)} \\ \bar{\nu} = R \left[\frac{1}{(2+p+\pi)^2} - \frac{1}{(n+d+\delta)^2} \right] & \text{Diffuse Series (منتشر)} \\ \bar{\nu} = R \left[\frac{1}{(3+d+\delta)^2} - \frac{1}{(n+f+\phi)^2} \right] & \text{Bergmann Series (برگمان)} \end{array} \right.$$

یا مختصراً

$$(۷) \dots \left\{ \begin{array}{ll} \bar{\nu} = 1S - np; n=2,3,4 & \text{صدر سلسلہ} \\ \bar{\nu} = 2p - nS; n=2,3,4 & \text{" تیز} \\ \bar{\nu} = 2p - nd; n=3,4,5 & \text{" منتشر} \\ \bar{\nu} = 3d - nf; n=4,5,6 & \text{" برگمان} \end{array} \right.$$

مساوات (۱) کا مساواتوں (۶) سے مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا سلسلہ کی ہر رقم میں مستقل ہے۔ یعنی (۶) میں جہاں جہاں $1, 2, 3, \dots$ اور d, p, s رقمیں لکھی گئی ہیں وہ مساوات (۱) کی $1, 2, 3, \dots$ رقموں کی خاص خاص قیمتیں ہیں۔ پس مصرعہ بالا ان چار رقموں میں سے ہر ایک رقم ایک مستقل سمتی عدد کو تعبیر کرتی ہے اس لیے کہ جو $1, 2, 3, \dots$ کے مساوی ہے سمتی عدد n کا تفاعل ہے اور بدیں وجہ ہر ایک سلسلہ میں تغیر پذیر عدد n ہے۔ (S) رقموں میں حاصل مجموعی

قدری عدد (n) کی قیمت ہو سکتی ہے۔ لیکن چونکہ $n = n + n$ اور قبل ازیں بتا دیا گیا ہے کہ اتمی عدد n صفر نہیں ہو سکتا۔ پس جملہ (s) رقموں کے لئے n کی قیمت اکائی ہے۔ مہذا "قاعدہ انتخاب" کی رو سے جوہری نظام کی توانائی میں صرف ایسا ہی تغیر جائز ہے جس میں n بقدر + یا - ۱ بدلتا ہے۔ پس (p) رقموں کے لئے $n = 2$ (d) رقموں کے لئے $n = 3$ اور (f) رقموں کے لئے $n = 4$ ۔ اس سے واضح ہوتا ہے کہ ریش کے استثنائی (empirical) ضابطوں کی (۶) اور (۷) مساواتوں میں درج ہیں) سو صرف فلڈ کے مصرعہ بالا نظریہ سے بہت خوبی کے ساتھ تعبیر ہوتی ہے۔

بند نماطیوں۔ ان کا مختصر ذکر ضمیمہ برق کے گیارہویں باب میں آیا ہے۔ ان طیفوں کو لمبازا تعلق سالمی طیفوں بھی کہتے ہیں۔ بند نماطیوں کی تجربی و نظری تحقیقات سے سالمہ کے طبعی ابعاد کے متعلق اکثر و بیشتر ایسے معلومات حاصل ہوئے ہیں جن کا اب تک پتہ نہیں چل سکتا تھا۔ اس لیے بند نماطیف پیمائی کو آجکل بڑی اہمیت دی جاتی ہے۔ بہ نظر اختصار اس کتاب کے لیے ہم اس کے صرف چند ضروری امور کا بیان کر دینا ہی کافی سمجھتے ہیں۔

بند نماطیوں کے تین اجزاء مشاہدہ ہوتے ہیں۔ ایک جزو طیف کے بعید پائین سرخ حصہ میں ہے جو گردش بند نماطیف کہلاتا ہے۔ دوسرا قریب پائین سرخ حصہ میں ہے جو اہتر از گردش بند نماطیف کہلاتا ہے۔ اور تیسرا مرئی یا بالائے بنفسی حصہ میں جس کو برقی بند نماطیف کہتے ہیں۔ کافی بڑی طاقت کے طیف پیمائے استعمال کرنے سے بند نماطیوں تحلیل ہو کر باریک خطوں کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں۔ گردش بند نماطیوں طیفی خط کا تعدد ارتعاش نہر سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ اہتر از گردش خط کا تعدد نہر سے اور برقی خط کا تعدد نہر سے۔

(۱) خطی طیف کے نظریہ کی تقلید کرتے ہوئے بند نماطیوں کی

توجیہ سالمہ کی قدری حالت کے تغیر سے کی جاتی ہے۔ ہم فرض کریں گے کہ سالمہ اپنی سادہ ترین صورت میں دو جوہروں پر مشتمل ہے جن کی کمیتیں k اور j کوٹانے والے خط کا طول 2 ص ہے۔ سالمہ اس خط کے ثابت نقطہ تنصیف میں سے علی القوائم گزرنے والے محور کے گرد گھومتا ہے۔ اس طرح ہر کہ دونوں جوہر ایک کروی سطح پر حرکت کرتے ہیں۔ ایسی صورت میں سالمہ کی توانائی گردش توانائی ہوگی۔ موجی میکانیات (Wave Mechanics)

کے طریقوں سے اس کا ضابطہ بنتی ہے
$$\frac{h^2}{8\pi^2} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + V(x) \psi = E \psi$$
 (۱) حاصل ہوتا ہے جس میں h پلانک کا عالمگیر مستقل، n ایک مثبت صحیح عدد ہے اور m سالمہ کے جمود کا معیار اثر۔ اگر سالمہ کے دونوں جوہر ایک ہی ہوں تو $m = 2$ ک ص۔
قدری اصول کے بموجب توانائی کی تبدیلی صحیح اعداد ہی کے لحاظ سے عمل میں آئیگی۔ n کی حیثیت چونکہ اتمی قدری عدد کی سی ہے اس لیے توانائی کی ان تبدیلیوں میں n کی قیمت صرف ± 1 (یا صفر) کے حساب سے تبدیل ہوگی۔ قدری عدد جب m سے بدل کر m ہوتا ہے تو توانائی میں تبدیلی

$$\Delta E_n = E_{n+1} - E_n = \frac{h^2}{8\pi^2} \left\{ \left(\frac{1}{4} + n \right) - \left(\frac{1}{4} + n - 1 \right) \right\} \quad (۲)$$

$$\text{پس } \Delta E_n = E_n - E_{n-1} = \frac{h^2}{8\pi^2} \left\{ \left(\frac{1}{4} + n \right) - \left(\frac{1}{4} + n - 1 \right) \right\} \quad (۳)$$

$$\text{اور } \Delta E_n = E_{n+1} - E_n = \frac{h^2}{8\pi^2} (1 + n) = \frac{h^2}{8\pi^2} (1 + n)$$

اس طیف کے خطوط مساوی فاصلوں پر ہوتے ہیں۔ اس کی مثال آبی بخار کا جذبی بند نا طیف ہے۔

اگر قدری عدد n کی قیمت صفر سے بدل کر 1 ہو جائے تو

$$\frac{۵۲}{۳۲\pi ۸} = \left\{ \left(\frac{1}{۲} \right) - \left(\frac{1}{۲} + ۱ \right) \right\} \frac{۵}{۳۲\pi ۸} = ۰.۱$$

ذیل میں ہم بوس کے نظریہ سے ان توانائیوں کا ضابطہ حاصل کرتے ہیں، لیکن یہ ضابطہ محض تقریبی ہوگا۔ سالمہ کی گردشی توانائی $\frac{1}{۲} = \frac{۱}{۲} \times \frac{۵}{۳۲\pi ۸}$ جس میں $\frac{۵}{۳۲\pi ۸}$ = سالمہ کی زاویائی رفتار، اس کا زاویائی مییار حرکت = $\frac{۵}{۳۲\pi ۸}$ اور بوس کی قدری شرط کے بموجب

$$۳۲\pi ۸ = (۵) \times N \quad \text{جس میں } N = ۱.۳ \times ۱۰^{۲۲}$$

پس ان دونوں مساواتوں سے $\frac{۵}{۳۲\pi ۸}$ کو ساقط کرنے سے

$$(۲) \quad \dots\dots\dots \frac{N}{۳۲\pi ۸} = \dots\dots\dots$$

$$(۵) \quad \dots\dots\dots (N - ۱) \frac{۵}{۳۲\pi ۸} = \dots\dots\dots$$

واضح ہو کہ موجی میکانیات کی زیادہ صحیح مساوات میں بجائے قدری اعداد N کے $(N + \frac{1}{۲})$ شریک ہیں۔

(ب) سالمہ کی گردشی حرکت کے علاوہ اس کے جوہر جو ایک دوسرے سے $\frac{1}{۲}$ فاصلہ پر فرض کیے گئے ہیں ان کو ملانے والے خط پر اپنے اپنے مقام تعادل کے گرد ہتھوڑا بھی کر سکتے ہیں۔ اگر یہ ہتھوڑا سادہ موسیقی ہو تو اس کی مساوات

$$k \frac{r^2}{r_0} = - \quad \text{جس میں } k \text{ جوہر کی کمیت اور } r_0$$

ایک مستقل ہے۔ موجی میکانیات کے طریقہ سے ایک ایک جوہر کی توانائی

$$E = (N + \frac{1}{۲}) \frac{۵}{۳۲\pi ۸} \left[\frac{m}{k} \right] \dots\dots\dots (۶) \quad \text{برآمد ہوتی ہے۔}$$

اور اگر سالمہ ایک ہی عنصر کے دو جواہر پر مشتمل ہے تو

$$(۷) \quad \dots\dots\dots \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right) = \bar{n}_1$$

پس قدری عدد \bar{n}_1 سے \bar{n} میں جب منتقلی واقع ہوتی ہے تو

$$(۸) \quad \dots\dots\dots \frac{1}{\pi} \left(\bar{n}_1 - \bar{n} \right) = \bar{n}_2$$

کلید انتخاب کے بموجب $(\bar{n}_1 - \bar{n}) = \pm 1$ پس

$$\bar{n}_2 = \frac{1}{\pi} \left(\bar{n} \pm 1 \right)$$

درحقیقت سالمہ کے جواہر کا ارتعزاز غیر سادہ موسیقی ہوتا ہے۔ اور اس کے بموجب توانائی کا زیادہ صحیح ضابطہ

$$\bar{n} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right) \left[1 - \bar{e}_1 \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right) + \bar{e}_2 \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right)^2 + \dots \right]$$

جس میں $\bar{e}_1, \bar{e}_2, \dots$ بہت چھوٹے مقادیر ہیں۔ اس جملہ کو ایک دوسرے طریقہ پر پھیلائے سے

$$\bar{n} = 1 + \bar{e}_1 \bar{n} - \bar{e}_2 \bar{n}^2 + \bar{e}_3 \bar{n}^3$$

اور کلید انتخاب میں بھی ترسیم ہو کر قدری عدد \bar{n} عموماً ۱ یا ۲ کے حساب سے تبدیل ہوتا ہے۔ ہم بوس کے طریقہ سے \bar{n} کے لیے ضابطہ اخذ کریں گے اور بتائیں گے۔ یہ ضابطہ موجی میکانیات والے زیادہ صحیح ضابطے سے کس حد تک مختلف ہے۔

$$\bar{n} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right) \left[1 - \bar{e}_1 \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right) + \bar{e}_2 \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right)^2 - \dots \right]$$

چونکہ $\frac{1}{\pi} \ll 1$ ملا لہذا $\bar{n} = \bar{e}_2 \pi^2$ اور $\bar{e}_1 \pi^2 = \bar{n}$

$$\bar{n} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right) \left(\frac{1}{\pi} + \bar{n} \right)^2$$

$$= \frac{1}{4} [\pi^2 \text{ع}^2 \text{ک جم}^2 (\pi^2 \text{ع}^2 \text{د}) + \pi^2 \text{ب}^2 (\pi^2 \text{ع}^2 \text{و})]$$

$$\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} =$$

بور کی قدری شرط کے بموجب $\pi^2 \text{ک} = \left(\frac{\text{فزا}}{\text{فزو}}\right)$ فلا $\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} =$

$$\text{یا } \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} = \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} \text{ (جم } \pi^2 \text{ع}^2 \text{و} + 1) \text{ فزو} = \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}$$

اس لیے کہ در انخالیکہ $\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} = \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} = \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}$

$$\text{یا } \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} = \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} = \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}$$

پس $\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} = \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} = \pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}$

$$\therefore \text{ت} = \frac{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}}{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}} \dots \dots \dots (9)$$

مساوات (۹) کا مساوات (۶) کے ساتھ مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ اول الذکر میں قدری عدد $(\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} + 1)$ اور ثانی الذکر میں صرف $\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}$

(ج) اب ہم سالہ کی گردش پر اور اس کے جواہر کے استیزاؤں کی حاصل مجموعی حرکت پر غور کرتے ہیں۔ یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ سالہ جب اس طرح حرکت کرتا ہے تو اس کی حاصل مجموعی توانائی اس کی خالص گردش اور اس کے جواہر کی خالص استیزازی توانائیوں کا تقریباً حاصل جمع ہے۔

$$\text{پس } \text{ت} = \frac{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} (\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} + 1)}{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}} + \frac{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} (\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} + 1)}{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}}$$

اگر سالہ دو مساوی جواہر پر مشتمل ہو تو اس توانائی کی قیمت

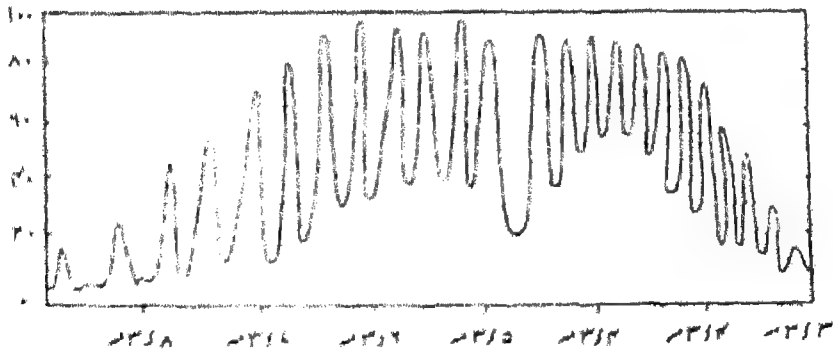
$$= \frac{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} (\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} + 1)}{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}} + \frac{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} (\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک} + 1)}{\pi^2 \text{ع}^2 \text{ب}^2 \text{ک}}$$

خط کے لیے بدلتی جاتی ہیں۔ m والی رقم کی وجہ سے اس طرح کی جاتی ہے کہ سالہ جب بہت تیز زاویائی رفتاروں کے ساتھ حرکت کرنے لگتا ہے تو اس کا بین جوہری فاصلہ بڑھ جاتا ہے جس کی وجہ سے جمود کا معیار اثر (ج) بھی بڑھ جاتا ہے۔

گردشی لمبیت کے ضابطہ نہ $n + 1 = \frac{h}{m \lambda} = \frac{h}{m \lambda} (n + 1)$ سے مساوات (۱۱) کا مقابلہ کرنے سے

$$(n + 1) = m \text{ پس } n = m - 1 \text{ اور } \frac{h}{m \lambda} = 2.093 \times 10^{-8} \text{ ثانیہ}^{-1}$$

پس (HCl) سالہ کے جمود کا معیار اثر براہ راست $2.093 \times 10^{-8} \times 36$ گرام سمر^۲ محسوب ہوتا ہے۔ ہائیڈروجن اور کلورین کی کمیتیں معلوم کر کے (HCl) سالہ کے بین جوہری فاصلہ کی قیمت تقریباً 1.0×10^{-10} سمر دریافت کی جاتی ہے۔



طول موج
HCl کے اساسی ہنداز گردشی بند کا انجذاب (سپیکٹرو گرام) (طینی نقشہ)

شکل ۱۴

(منقول از آؤٹلائٹن آف اٹومک فزکس چیمین ایڈال لندن)

اہتر از گردش بند نما طیف کے طول موج آٹھ ہزار انگسٹروم سے
پچاس ہزار انگسٹروم تک مشاہدہ ہوئے ہیں۔

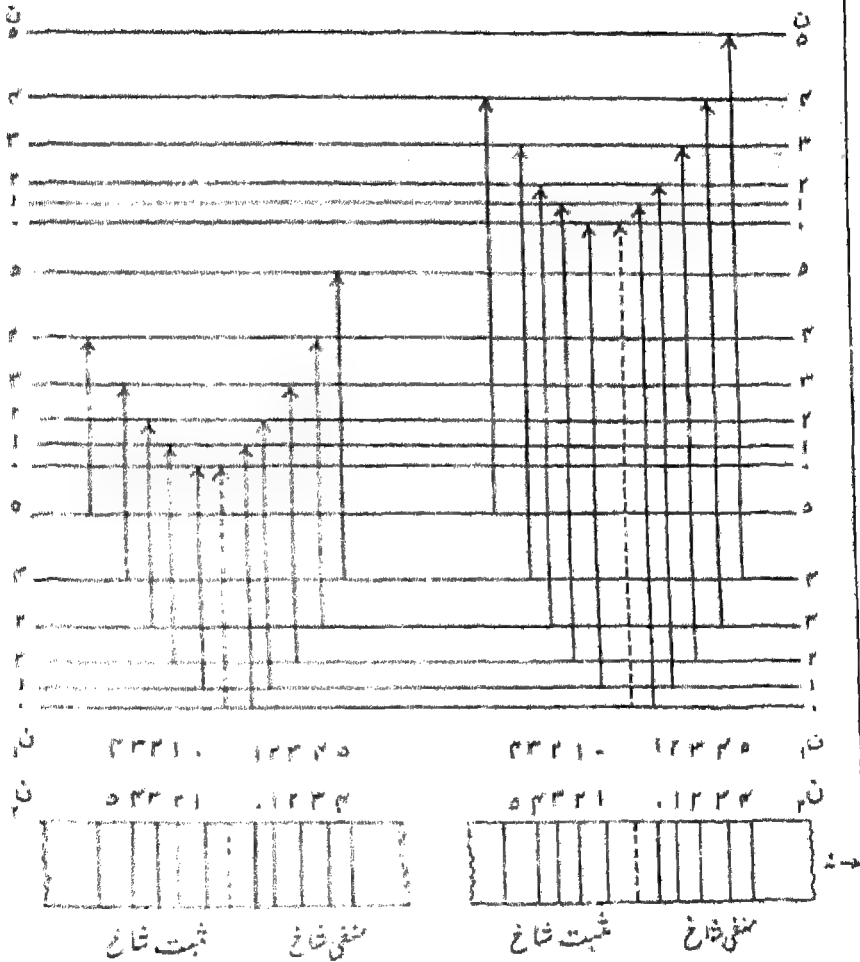
شکل ۶۸ میں ہم نے چیپمین اینڈ ہال لندن کی شائع کردہ کتاب
آؤٹ لائن آف ایٹمک فزکس سے HCl کے اساسی بند نما طیف
کے قریب پائین سرخ انجذابی نقشہ نقل کیا ہے جس کے وسطی حصہ کا طول موج
۳۷۱۰۰ x انگسٹروم ہے۔ HCl کے بند نما طیف کی یہ ایک بڑی
خصوصیت ہے کہ وسطی حصہ کا طیفی خط غائب ہے۔ اس وسطی غائب خط
کے دونوں جانب مساوی فاصلوں پر خطوط مشاہدہ ہوتے ہیں۔

شکل ۶۸ میں جو متذکرہ بالا کتاب ہی سے نقل کی گئی ہے
سالمہ کی توانائی کی سطحیں کھینچ کر خطوط کی پیدائش کی توجیہ کی گئی ہے۔
شکل کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ بند نما طیف کے وسطی حصہ کے غائب خط
کے اسباب کیا ہیں۔ یہ خط توانائی کی سطحوں کے لحاظ سے ایسی منتقلی کو تعبیر کرتا
ہے جس میں گردش قدری عدد n تبدیل نہیں ہوتا ہے۔ بند نما طیف
کی مثبت شاخ ایسے خطوط پر مشتمل ہے جن کے لیے $n - n = 14$ اور حرف
(R) سے تعبیر کی جاتی ہے۔ منفی شاخ حرف (P) سے تعبیر کی جاتی ہے اور
اس کے خطوط کے لیے $n - n = 1$

شکل ۶۸ کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ HCl کے اساسی بند نما طیف
کے علاوہ (جو ۳۷۱۰۰ مہ کے پاس واقع ہوتا ہے) ایک دوسرے تعدد کا پہلا بار مونومک بند
بھی پایا جاتا ہے جو ۷۶۱۰ مہ کے پاس واقع ہے۔

گردشی بند کے تعدد کے ضابطہ میں چونکہ سالمہ کے جہود کا معیار اثر شریک ہے اور
ہجما (Isotope) عناصر کے وزن جو ہر مختلف ہوتے ہیں اس لیے مختلف ہجائی عناصر کے
سالمات کے تعدد ارتعاش بھی مختلف ہوتے ہیں جس کی وجہ سے توانائی کی سطحوں کا انتقال بھی
مختلف ہوتا ہے اور انجذابی طیف کے منحنی کے آثار چڑھاؤ میں اختلاف پایا جاتا ہے۔ HCl

طیف میں بھی یہ اختلاف مشاہدہ ہوتا ہے اس لیے کہ کلورین کے



اساسی بند ۴۶ و ۲۵ مہ پر

پہلا بارونک بند ۶، ۱۲ و ۱۵ مہ پر

HCl کے اساسی اور پہلے بارونک بندوں کی پیدائش سے متعلق توانائی کی سطروں کا قیاسی نقشہ

(منقول از آؤٹ لائن آف ایٹمک فزکس، جیمین اینڈ بال لٹن) شکل ۲۸

ہمجاؤں کا جوہری وزن علی الترتیب ۳۵ اور ۳۴ ہے۔ HCl کے انجذابی طیف کے اعظم حدت کے خطوط ۳۵ وزن جوہر والے کلورین کے ہمجا (Cl³⁵) سے متعلق ہیں۔ لیکن ان میں سے ہر ایک کے ساتھ ایک کتر حدت کا تابع خط بھی پایا جاتا ہے جو (Cl³⁷) سے متعلق ہے۔

(و) اب ہم بندنا طیف کے برقیی جزو پر بحث کرنا چاہتے ہیں۔ سابقہ بحثوں میں ہم نے سالمہ کے جوہروں کو بشمول ان کے مرکوزوں اور قبول کے محض نقطئی کمیتیں فرض کیا تھا۔ لیکن حقیقت حال اس سے مختلف ہے اور سب سے زیادہ اہمیت والے وہ سالمی طیف ہیں جن کی پیدائش کے ساتھ جوہری توانائی (تسج) اہتزازی توانائی (تو) اور گردش توانائی (تو) بھی وقت واحد میں بدلتی ہے۔

سہولت کے مدنظر صرف آسان مثالوں اور طریقوں سے کام لیا جائیگا۔ لیکن جو نتائج اخذ کیے جاتے ہیں بہت اہمیت رکھتے ہیں۔

فرض کرو کہ سالمہ کے اندر بوس کی اصطلاح میں برقیہ ایک مدار کو چھوڑ کر دوسرے مدار میں داخل ہوتا ہے۔ یا حالیہ نقطہ نظر سے سالمہ کی توانائی کا ایسا تغیر فرض کرو جس سے اس کے ایک جوہر کی مداری توانائی میں بھی تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ تب اگر گردش توانائی ہے تو

$$\text{تسج} = \frac{2h}{2\pi} \cdot n = (1+n) \cdot \frac{2h}{2\pi} = \frac{2h}{2\pi} \cdot n - \frac{2h}{2\pi} \cdot 1$$

جس میں جس سالمہ کے نئے جمود کا معیار اثر ہے۔ اگر ایک نیا گردش قدری ہو تو

$$\text{تسج} = \frac{2h}{2\pi} \cdot n - \frac{2h}{2\pi} \cdot 1$$

اب فرض کرو کہ جوہری توانائی کی تبدیلی کے باعث تعدد تسج ہے اور اہتزازی توانائی کی تبدیلی کے باعث تعدد تسج تو حاصل تعدد

$$n = n_2 + n_1 + \dots + n_r = \left(\frac{2h}{2\pi} \cdot n_2 - \frac{2h}{2\pi} \cdot 1 \right) + \left(\frac{2h}{2\pi} \cdot n_1 - \frac{2h}{2\pi} \cdot 1 \right) + \dots + \left(\frac{2h}{2\pi} \cdot n_r - \frac{2h}{2\pi} \cdot 1 \right)$$

اس لیے کہ گردشی قدری عدد n سے N میں تبدیل ہوتا ہے اور سائر کے
 وجود کا معیار اثر $\frac{1}{n}$ سے $\frac{1}{N}$ میں۔ یہ مساوات شکل $n = \text{شع} + \text{نر} + \text{نہ}$
 بھی لکھی جاسکتی ہے اگر $\text{نر} = \frac{1}{n} - \frac{1}{N}$ (۱)۔ پس مصرعہ بالا مساوات
 ان میں (شع + نر) بمقابلہ $\frac{1}{N}$ کے بہت بڑا ہے۔ پس مصرعہ بالا مساوات
 ایک ایسے طبعی خطوط کے مجموعہ کو تعبیر کرتی ہے جو ایک معین (شع + نر)
 کے ساتھ وابستہ ہے۔ اس مجموعہ خطوط کے منفردہ ارکان کی تعیین قدری عدد
 n سے ہوتی ہے جس کی قیمتیں $\frac{1}{n}$ ، $\frac{1}{n+1}$ ، $\frac{1}{n+2}$ ، وغیرہ ہوتی ہیں۔
 کلیہ انتخاب کے بموجب حسب معمول قدری عدد بحساب \pm آیا صفر
 بدلتا ہے۔

پس مساوات (۱۲) میں اگر بجائے n کے N لکھیں تو

$$n = \text{شع} + \text{نر} - \frac{1}{n} + \frac{1}{N} + \frac{1}{n} - \frac{1}{N} \quad (2)$$

اگر بجائے n کے N لکھیں تو

$$n = \text{شع} + \text{نر} - \frac{1}{n} + \frac{1}{N} + \frac{1}{n} - \frac{1}{N} \quad (3)$$

یعنی قدری عدد n کی \mp تبدیلی سے

$$n = \text{شع} + \text{نر} - \frac{1}{n} + \frac{1}{N} + \frac{1}{n} - \frac{1}{N} \quad (4)$$

اور اگر مساوات (۱۲) میں بجائے n کے N لکھیں تو

$$n = \text{شع} + \text{نر} + \frac{1}{n} - \frac{1}{N} + \frac{1}{n} - \frac{1}{N} \quad (5)$$

بطور اختصار مساواتیں (۱۳) و (۱۴) شکل

$$(15) \quad \left\{ \begin{array}{l} n = 1 \pm 2b + c \\ n = 1 + c \end{array} \right.$$

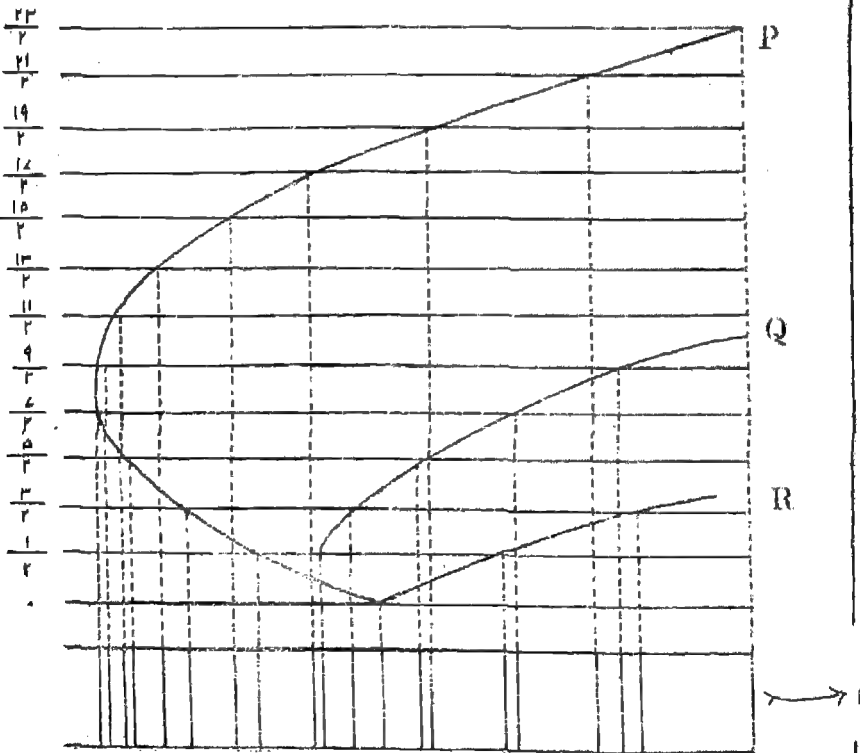
اور

لکھی جاسکتی ہیں۔

جن میں $\frac{H}{238} = \text{ب} + \text{نہ} - \frac{H}{238}$ ، $\frac{H}{238} = \text{ب}$

$\text{ج} = \frac{H}{238} \left(\frac{1}{\text{ج}} - \frac{1}{\text{ج}} \right)$ اور $\text{ا} = \text{نہ} + \text{نہ}$

ساداتوں (۱۵) میں ن کی قیمت $\frac{1}{4}$ ، $\frac{3}{4}$ ، $\frac{5}{4}$ ہو سکتی ہے۔ واضح ہے کہ 'ا' اور 'ب' مثبت ہیں اور 'ج' خواہ مثبت ہے یا منفی - 'نہ' کی کسی معترہ قیمت کے لیے توجہ مستقل ہے۔



برقی بند نما طویف کا نقشہ بتقلید فی طوائف

شکل ۶۹

برقی بند نماطیف کے مجموعہ خطوط کی توضیح کے لیے شکل ۶۹ میں جو فورٹراٹ (Portrait) کا نقشہ کہلاتا ہے نہ اور ن کی ترسیم کھینچی گئی ہے۔ مساوات نہ = ۱ ± ۲ ب + ج ن چونکہ لمبایات ن دوم درجہ کی ہے اس لیے دو مکانیوں کو تعبیر کرتی ہے۔ شکل مذکور میں ان کے صرف دو حصے مرسم ہیں جو محور نہ = ۰ کے اوپر واقع ہیں اور وہ اسی محور پر باہدگیر بمقام نہ = ۱ ایک دوسرے کو قطع کرتے ہیں۔ ان کے رأس نقاط نہ = ۱ - $\frac{ب^2}{ج}$ ن = $\pm \frac{ب}{ج}$ پر واقع ہیں (جیسا کہ مساوات کو باعتبار ن حل کر کے اس کی اصلوں پر غور کر کے معلوم ہو جائیگا)۔ مساوات ۱ + ج ن والا معنی نہ کے محور کو تقریباً بمقام نہ = ۱ قطع کرتا ہے اس لیے ۱ اور ۱ میں صرف $\frac{۸}{۳۳}$ ہے جو بمقابل نہج + سر قلیل ہے۔

$$نہ = ۱ \pm ۲ ب + ج ن^2 \text{ مساواتوں کے معنی علی الترتیب } P$$

اور R شافیں کہلاتی ہیں اور

نہ = ۱ + ج ن مساوات کے معنی کو شاخ Q کہتے ہیں۔ نقطہ نہ = نہج + نہر "بند کا مبداء" کہلاتا ہے اور مکافی کے رأس کا تعدد "بند کا سر" کہلاتا ہے۔

چونکہ اس طیف سے متعلق قدری عدد ن کی قیمتیں $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۳}{۲}$ ، $\frac{۵}{۲}$ ہیں اس لیے شکل ۶۹ میں ن کے محور پر ان فاصلوں سے نقطے لے کر ان کے نہ کے محور کے متوازی خطوط مستقیم کھینچے گئے ہیں۔ جہاں یہ خطوط مکافیوں کو قطع کرتے ہیں صرف ان ہی نقطوں کے تعدد والے طیفی خط پیدا ہوتے ہیں۔

معائنہ سے معلوم ہوگا کہ جو شکل کھینچی گئی ہے اس میں بند نماطیف کا "سر"

طیف کے پست تعدد والے کنارے کی طرف واقع ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ ترسیم میں ج کی قیمت مثبت لی گئی ہے۔ ایسے بندناطیف کے متعلق کہا جاتا ہے کہ اس کا تنزل کمتر طول موج کی طرف ہوتا ہے۔ اگر بند کا سر طیف کے بلند تعدد والے کنارے کی طرف واقع ہو تو ج کی قیمت منفی ہوتی ہے اور بند کا تنزل بیشتر طول موج کی طرف ہوتا ہے۔ دونوں صورتوں میں طیفی خطوط کی تعداد فی اکائی تعدد ”سر“ سے جیسے جیسے آگے کو بڑھتے ہیں جلد جلد گھٹتی جاتی ہے۔

برقی بندناطیف کی اچھی مثال سائیٹانوجن (Cyanogen) کے بندوں سے ملتی ہے جو نائٹروجن کے سالمہ (N_2) سے پیدا ہوتے ہیں۔ کسی بھی پست دباؤ والی ہوائی ملی کے برقی اخراج سے اس طیف کا مشاہدہ ہو سکتا ہے۔

چونکہ P اور R شاخوں کے رأسوں کے لیے نہ کی قیمت

$$۱ - \frac{B}{J} \text{ ہے اور } n = \pm \frac{B}{J} \text{ ان رأسوں کے مابین طیفی خطوط کی}$$

تعداد $\frac{B}{J}$ ہے۔ اور یہ شاخیں نہ کے محور پر جہاں باہرگیر تقاطع ہوتی ہیں وہاں نہ = ۱، پس بند کے سر اور بند کے مبداء کا مقام دونوں دریافت کر لیے جاسکتے ہیں۔ اور اس طرح ۱، ۲، ۳ اور ج کی قیمتیں محسوب ہو جاتی ہیں۔

”سائیٹانوجن کے بندوں کے لیے“

$$۲ = B = ۱۰ \times ۱۵۲ \text{ ثانیہ}^{-۱}$$

$$J = ۱۰ \times ۲۶۰۴ \text{ ثانیہ}^{-۱} \text{ اور}$$

$$\text{پس } \frac{۲}{۲۸} = \frac{۱۰ \times ۱۵۲}{J} \text{ اور } J = \frac{۱۰ \times ۱۵۲}{۲۸}$$

چونکہ سالمہ کا ضابطہ N_2 ہے اس لیے حج = ۲ ک ص جس میں ص سالمہ کے دونوں جوہروں کے درمیانی فاصلہ کا نصف ہے اور ک ایک جوہر کی کمیت یعنی (ہائیڈروجن کی کمیت $\times ۱۴$) اس طرح حساب کرنے سے ۲ ص = ۱۰×۱۰ سم۔

نظریہ تحریک سے اسی فاصلہ یعنی ہائیڈروجن کے سالمہ کا قطر ۶۰×۱۰ سم برآمد ہوتا ہے۔

پانچواں باب

طیف پیمائی کے آلات

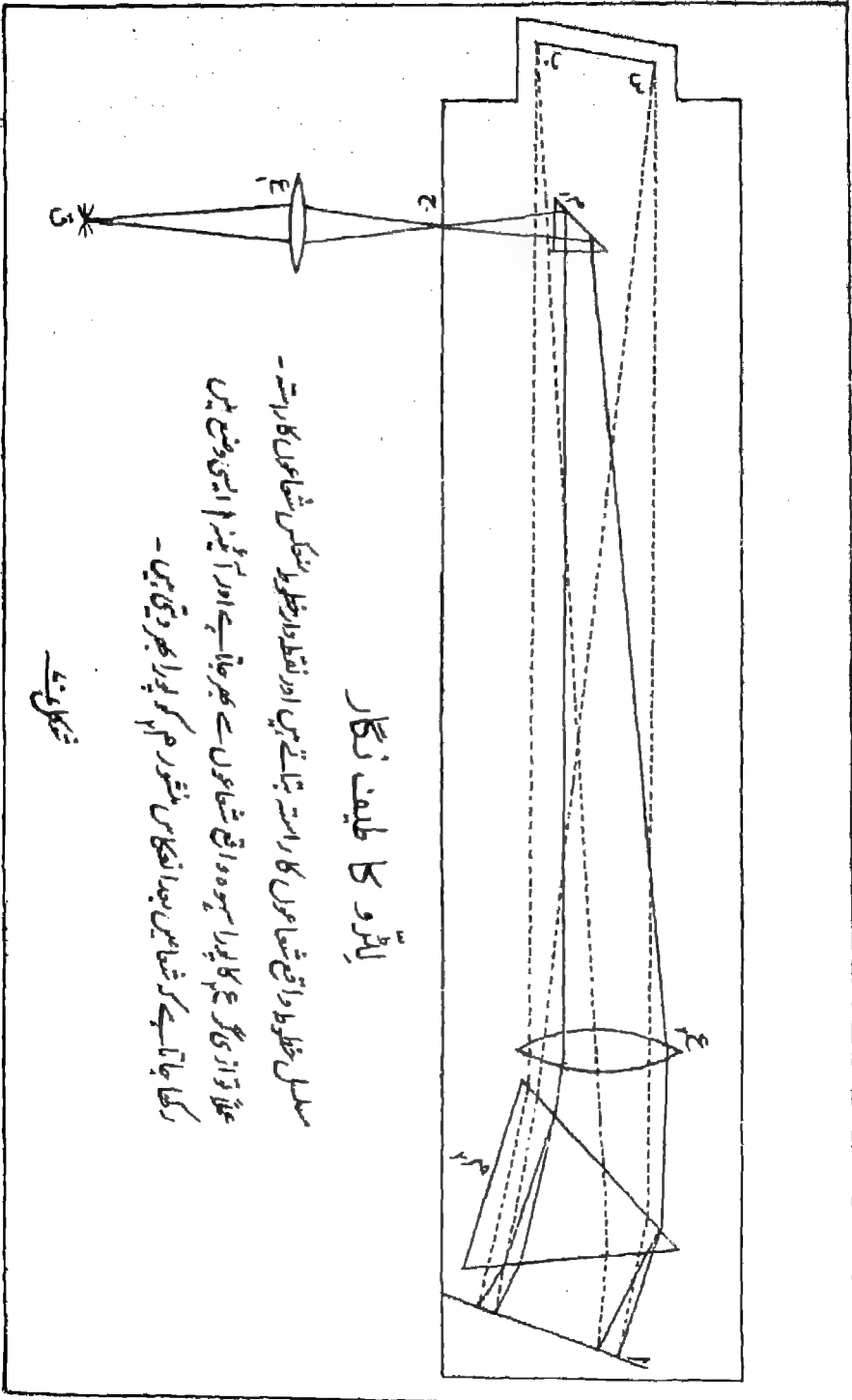
لِٹرو (Littrow) کے بڑے طیف نگار کی
تشریح اور اس کا استعمال -

یہ آلہ بارہ انچ چوڑی تختیوں پر معدنیات وغیرہ کے طیفی فوٹو گراف
لینے میں کام آتا ہے۔ اس سے طول موج ۳۹۰۰ انگسٹروم سے لے کر
۷۶۰۰ انگسٹروم تک کے خطوط کا ۴۶۰۰ سے لے کر ۶۶۰۰ انگسٹروم تک کے
خطوط کا (منشور کے پیچھے کے مستوی آئینہ کی ترتیب کے لحاظ سے)
فوٹو گراف لیا جاسکتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (۱۷)۔

قوسی لمپ کے کاربنوں کے سروں میں گڑھے کر کے معدنی کاسٹ
بھردیا جاتا ہے اور پھر برقی رو کو چلا کر کاربنوں کے بیچ میں قوس بنایا
جاتا ہے۔ اس قوس (ق) کا خیال عدسہ ع کے ذریعہ بھری ج پ
پیدا کیا جاتا ہے۔ بھری سے شعاعیں پھیل کر زاویہ قائمہ والے
مساوی پہلوؤں کے منشور م سے علی القوائم سمت میں منعکس ہو کر
تواری کر عدسہ ع پر پڑتی ہیں۔ وہاں سے بعد العطف متواری نسل بن کر
منشور م میں داخل اور منتشر ہوتی ہیں۔ اور پھر آئینہ ۱ سے منعکس ہو کر

مکرر منشور م میں منتشر ہوتی ہیں اور اس طرح عدسہ ع میں سے ہوتے ہوئے منشور م سے بچ کر فوٹو گرافی کی تختی کی سطح پر ماسکد پر پڑتی ہیں۔ چونکہ شعاعیں ایک ہی بڑے منشور میں دو مرتبہ منتشر ہوتی ہیں اس لئے ان کا انتشار دو چند ہو جاتا ہے اور منشور کی پوری انتشاری طاقت سے بھی استفادہ کیا جاتا ہے۔ ایک ہی عدسہ تواری گیر اور دور بین کے فوائد انجام دیتا ہے۔ اس لیے نور کی حدت کم ضائع ہوتی ہے۔ معدنی کے طیف کے مقابلہ کے لیے اس پر عموماً لوہے کا طیف جزاً منطبق کیا جاتا ہے۔ بھری کے سامنے دو سپروں کی ایک ”کھڑکی“ استعمال کی جاتی ہے۔ ایک سپرہ دوسرے کے نیچے واقع ہوتا ہے اور جب یکے بعد دیگرے ان کو بھری کے سامنے کھولتے ہیں تو بھری کا صرف ایک جزو بدائے نور کی تنویر سے استفادہ کر سکتا ہے۔ اس طرح تختی پر ایک طیف معدنی کا حاصل کیا جاتا ہے اور پھر اس کے نیچے اس پر خف سا منطبق ہوتا ہے لوہے کا طیف۔

اگر معدنی کے طیف میں خاص خاص عناصر کی تلاش مقصود ہو تو صفحہ ۲۱۷ کی جدول کے خطوط کے ذریعہ ان کا پتہ چلایا جاسکتا ہے۔ اگر یہ خطوط طیف میں موجود نہ ہوں تو رائے قائم کی جاسکتی ہے کہ ان کے متعلقہ عناصر بھی معدنی میں نہیں ہیں۔ [یہ جدول رائل کالج آف سائنس لندن کے محفل طبیعیات کے تیار کردہ پرچہ لائے طیف نگاری سے نقل کی گئی ہے۔ اور تجربہ سے بہت سودمند ثابت ہوئی ہے۔]



لٹرو کا طیف نگار

مسلسل خطوط واقع شعاعوں کا راستہ بتاتے ہیں اور نقطہ دار خطوں کا انکسار شعاعوں کا راستہ۔
 عموماً تو ازلی گرم کا پورا سوجھ و اقع شعاعوں سے بھر جاتا ہے اور آئینہ ام ایسی وضع میں
 رکھا جاتا ہے کہ شعاعیں بعد انعکاس مشورہ ام کو پورا بھر دیتی ہیں۔

شکل نمبر ۱

عنصر	طول موج انگشٹروں میں	
Ag سلور	۴۰۵۵۶۴۲	
Al الوینیم	۳۹۶۱۶۷۱ ۳۹۴۴۵۲۰	
Ba بیریم	۵۵۳۵۶۶۹ ۳۹۳۴۶۲۴ ۳۵۵۴۶۲۱	
Bi بسمتہ	۴۱۲۲۶۱۰ ۴۱۲۱۶۸۶	
Ca کیلشیم	۴۲۲۶۶۹۰ ۳۹۶۸۶۶۳ ۳۹۴۴۶۸۱	
Cd کیڈیم	۴۶۷۸۶۵۰	
Co کوبلٹ	۴۱۲۱۶۵۲ ۳۹۹۵۶۴۵	
Cr کرومیم	۴۲۸۹۶۹۲ ۴۲۷۵۶۰۱ ۴۲۵۴۶۵۲	
Cu کاپر	۴۰۶۲۶۹۱ ۴۰۴۲۶۸۷	
Hg مرکوری	۴۳۵۸۶۰ ۴۰۴۶۶۸۹	
In انڈیم	۴۵۱۱۶۵۵ ۴۱۰۱۶۹۵	
K پوٹاشیم	۴۰۴۷۶۲ ۴۰۴۴۶۳۶	
Li لیتھیم	۴۶۰۴۶۱۸ ۴۶۰۲۶۲۰	
Mg مگنیشیم	۴۷۰۴۶۲۰ ۴۵۷۱۶۳۱ ۴۳۵۲۶۳۵	
Mn مینگنیز	۴۰۴۴۶۹۲ ۴۰۴۴۶۲۱ ۴۰۴۰۶۹۲	
Ni نیکل	۴۴۰۱۶۷۵	
Pb لیڈ	۴۰۵۸۶۰۰	
Sb آنتیمونی	۴۰۴۴۶۸۸	
Se ایکسٹیم	۴۲۲۵۶۲۲ ۴۲۲۰۶۹۸ ۴۲۱۴۶۳۱ ۴۲۴۸۰۰۲	
Sn ہن	۴۵۲۴۶۹۹	
Sr سٹرونشیم	۴۶۰۷۶۵۱ ۴۲۱۵۶۷۰ ۴۰۷۷۶۸۹	
Ti ٹیٹینم	۴۵۵۵۶۷۰ ۴۵۵۲۶۷۰ ۴۵۴۸۶۹۸	
Zr زرنک	۴۶۸۰۶۴۹	

منشوری طیفی خطوط کے طول موج کی تعیین کے لیے کورنو ہارٹمین
(Cornu-Hartmann) والا ضابطہ (لہ - لم) (پ - پ) = م

بہت ہی بہ کار آمد ہے۔ اس میں لہ اس خط کا طول موج ہے پیمانہ پر جس کا نشان پ پڑھا جائے۔

لہ، پ اور م مستقل مقادیر ہیں۔ ان کی قیمتیں معلوم کرنے کے لیے فوٹو گرافی تختی کے طیفی خطوط میں سے تین تقریباً مساوی الفاصلہ پر ہیں کے طیفی خطوط منتخب کر لیے جاتے ہیں۔ اگر ان میاری خطوط کے طول موج لہ، لم، لم، لم ہوں اور پیمانہ پر ان کے نشانات علی الترتیب پ، پ، پ اور پ پڑھے جائیں تو

$$پ = \frac{پ - پ}{\left(\frac{لم - لم}{پ - پ} \right) \left(\frac{پ - پ}{لم - لم} \right)} - پ$$

$$م = \left(\frac{لم - لم}{پ - پ} \right) (پ + پ) (پ + پ)$$

$$لم = لہ - \frac{م}{پ - پ}$$

طیفی خطوط کے سلسلوں کے مطالعہ کے لیے بلور کے منشور اور عدسوں والا طیف نگار استعمال کرنا چاہیے۔ بلور طیف کے بالائے بنفشی حصہ کو بڑی حد تک جذب نہیں کرتا۔ اس آلہ سے ۲۰۰۰ سے لے کر ۷۰۰۰ انگسٹروم تک کے طول موج کے خطوط فوٹو گراف ہو سکتے ہیں۔ فوٹو گرافی کی تختیاں بھی مناسب حساسیت کی ہونی چاہئیں۔

انگسٹری جالی سے حاصل کردہ طیفی فوٹو گراف استعمال کر کے نئے خطوط کا طول موج دریافت کرنا ہو تو ضابطہ

$$لم = لہ + پ - پ$$

کام دیتا ہے

$$اس میں ب = \frac{لم - لہ}{پ - پ} اور ا = لم - ب - پ$$

واضح ہو کہ لم اور لم لوہے کے اُن دو طبعی خطوں کے طول موج ہیں جن کے نشان تختی پر علی الترتیب پ اور پ پڑھ جاتے ہیں۔

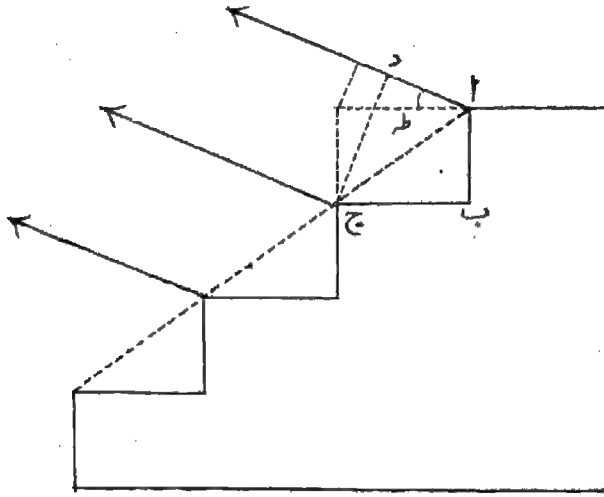
مائیکلسن کی زینہ نما انکساری جالی - انکسار نور کے

باب میں ہم نے بتایا ہے کہ انکساری جالی کی تحلیلی طاقت لکیروں کی تعدادن اور طیف کے رتبہ م کے حامل ضرب (یعنی م ن) کے متناسب ہے۔ مستوی سطح پر فی ملی میٹر لکیروں کی تعداد ایک معینہ حد سے بڑھائی نہیں جاسکتی اور نہ ایسی لکیروں کی تعداد کے ساتھ ایک مقررہ رقبہ سے زیادہ کی سطح پر کھینچی جاسکتی ہیں۔ پانچ یا چھ انچ چوڑی سطح سے بڑھ کر وسعت کی تختی پر مساوی فاصلہ سے لکیروں کا کھینچنا انتہائی مشکل کام ہے۔ اس لیے مائیکلسن نے لکیروں کی تعداد میں اضافہ کرنے کے عوض طیف کے رتبہ م کو ترقی دینے کی کوشش کی اور بالآخر اپنی زینہ نما جالی تیار کی۔

یہ جالی دوسرے موٹائی ایک ہی شیشہ کی تختی میں سے ٹکڑے کاٹ کر بنائی جاتی ہے۔ ٹکڑوں کی سطحیں اس باریکی کے ساتھ صاف کی جاتی ہیں کہ وہ بالکل متوازی ہو جاتی ہیں اور ان کی موٹائیوں میں سوڈیم کے نور کے طول موج کے $\frac{1}{2}$ حصہ سے بھی کمتر اختلاف ہوتا ہے۔ تختیوں کو ایک دوسری کے بازو زینہ کی طرح ان کی بلندی کو مساوی مقدار میں گھٹاتے ہوئے ”مناظری درستی تماس“ کے ساتھ جمادیا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۱۷۔ ان کی تعداد کو تعبیر سے زیادہ بڑھانے میں کوئی اعلیٰ فائدہ نہیں۔ دوسرے موٹی تختی میں سے ہو کر جب نور کی موجیں گزرتی ہیں تو بیس ہزار طول موج سے بھی بہت زیادہ کا تفاوت راہ پیدا ہو سکتا ہے۔ جس کی وجہ سے جو طیف تیار ہو کر مشاہدہ میں آتا ہے ۲۰ ہزار کے رتبہ سے بھی افزوں تر ہوتا ہے۔ پس ۳۰ تختیوں والی زینہ نما جالی کی طاقت تحلیلی $30 \times 20000 = 600000$ چھ لاکھ سے زائد شمار ہوگی۔

ایڈم ہیلجس (Adam Hilger) کمپنی کی تیار کردہ جالیوں میں

تختیوں کی صفائی کی وجہ سے چونکہ باہم دیگر مناظری صحت کی حد تک تماس قائم ہوتا ہے اس لیے انعکاس سے نور کا نقصان ہونے نہیں پاتا۔



شکل ۷۷

زینہ نما جالی کے اندر جو نور داخل ہوتا ہے وہ سب کا سب ایک یا زیادہ سے زیادہ دوہری طیف میں مرکب ہوتا ہے۔ اس لیے یہ جالی معم طیفی خطوط کی ساخت کی باریکی کا امتحان کرنے اور ان کے اجزاء کے طول موج کا تفاوت راہ دریافت کرنے کے لیے نہایت موزوں ہے۔ شکل ۷۷ میں فرض کرو کہ متوازی متجاش نور کی ایک پنسل تختیوں پر علی القوائم واقع ہوتی ہے۔

ان کی موٹائی (ب ج) کو ف سے تعبیر کرو۔ اور ان کی بلندیوں کے مستقل تفاوت (ا ب) کو جسے ہم ان کا "عرض" کہیں گے ص سے تعبیر کرو۔

اگر ل = زیر امتحان نور کا طول موج
م = تختی کے مادہ کا انعطاف نما، ل طول موج کے نور کے لیے۔

ن = تحقیقوں (یا زمینہ کے اجزاء) کی تعداد۔
 زمینہ کے دو متصل اجزاء کے مناظر نقطوں 'ا' ج سے جو موجیں
 سمت ط میں نور کا انکسار پیدا کریں گی ان کا تفاوتِ راہ
 م لہ = مرٹ - فاصلہ ا د

= مرٹ - ٹ جم طہ + ضی جب طہ
 اس تجربہ میں چونکہ زاویہ طہ کی قیمت بہت چھوٹی ہوتی ہے اس لیے
 م لہ = (مر - ۱) ٹ + طہ ضی (۱)
 م کو مستقل مان کر لہ کے لحاظ سے اگر تفرق کیا جائے تو رقموں کو ترتیب
 دینے سے انتشارِ نور

فرط لہ = $\frac{1}{ضی} (م - ٹ) \frac{فرم}{فرلہ}$
 اس جملہ میں اگر م کی تقریبی قیمت (مر - ۱) $\frac{ٹ}{د}$ تعویض کی جائے تو
 فرط لہ = $\frac{ٹ}{ضی لہ} [(مر - ۱) لہ - \frac{فرم}{فرلہ}] = \frac{ب ٹ}{ضی لہ} \dots (۲)$
 ”سر“ ب کی قیمت کسی طول موج کے لیے بھی مستعملہ شیشہ کے مناظری
 مستقلوں سے معلوم کر لی جاتی ہے۔ (شیشہ کی اکثر اقسام کے لیے وہ ۵۰ سے
 ۵۰ تا تک ہوتی ہے)۔
 تب مساوات (۲) سے دو متجانس اشعاعوں کے مابین جن کے
 طول موج ایک دوسرے سے بقدر مقدارِ قلیل فرلہ مختلف ہوں زاویائی انتشار
 فرط کا پتہ چلتا ہے۔

اگر مساوات (۱) میں لہ کو مستقل مان کر بلحاظ م (یعنی رتبہ طیف)
 تفرق کیا جائے اور پھر حاصل شدہ جملہ کی رقموں کو ترتیب دیا جائے تو

$$\frac{فرط}{فرم} = \frac{لہ}{ضی}$$

چونکہ طیفی درجوں کے تفاوت کی چھوٹی سی چھوٹی قیمت فرم = ۱ تو

زاویہ طہ میں اس کی تناظر تبدیلی کو اگر فرطہ سے تعبیر کیا جائے تو

$$\text{فرطہ (یعنی طہیوت کا زاویائی فصل)} = \frac{ل}{ض} \dots \dots \dots (۳)$$

پس مساوات (۳) سے دو متصل طہی درجوں کا درمیانی زاویائی فصل دریافت ہوتا ہے -

اب فرض کرو کہ فرطہ زینہ نما جالی کی انتہائی زاویائی تحلیل کو تعبیر کرتا ہے یعنی فرطہ دو طہی خطوط کا زاویائی فصل ہے جبکہ وہ دور بین کے چشمہ میں ایک دوسرے سے ٹھیک علیحدہ نظر آتے ہیں تو متونی لارڈ ریلے (Rayleigh) کے ضابطہ سے

$$\text{فرطہ} = \frac{ل}{\text{دور بین کے دمانہ کا عامل سہوہ}}$$

$$\frac{طہ}{ن} = \frac{ل}{ض} =$$

اب فرض کرو کہ تحلیل کی انتہائی زاویائی تحلیل طہ کے تناظر طول موج کا تفاوت فرطہ ہے تب مساوات (۲) سے

$$\frac{\text{فرطہ}}{\text{ض}} = \frac{ب}{ن}$$

فرطہ کے عوض اس کی قیمت $\frac{ل}{ن}$ لکھ کر رقموں کو از سر نو ترتیب دینے سے ”تحلیل کی انتہا“

$$\text{فرطہ} = \frac{ل}{ب} \dots \dots \dots (۴)$$

اس ضابطہ میں فرطہ نزدیک ترین دو انفصال پذیر متجاس شعاعوں

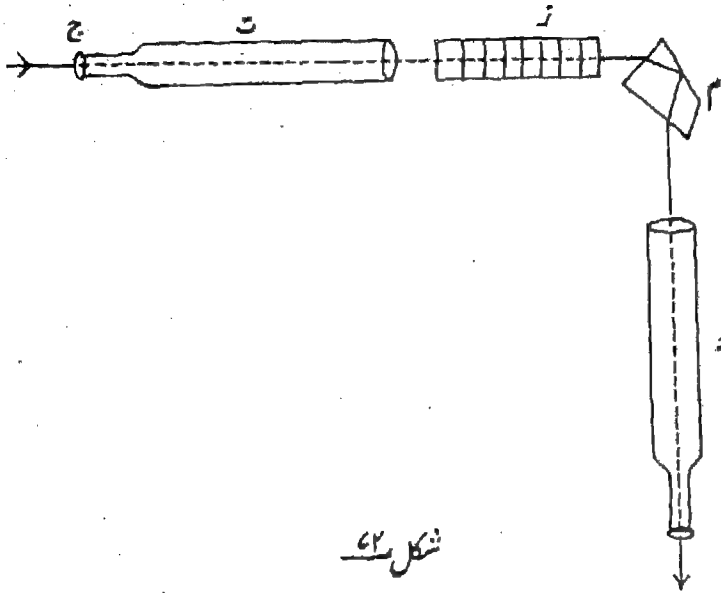
کا تفاوت طول موج ہے۔ پس $\frac{ل}{ن}$ زینہ نما جالی کی تحلیلی طاقت ہے۔ مساوات (۴) سے ظاہر ہے کہ یہ تحلیلی طاقت شیشہ کی مجموعی موٹائی کے

متناسب ہے جس میں سے نور گزرتا ہے اور کسی دیے ہوئے طول موج کے لیے منفردہ تختیوں کی موٹائی یا جالی کے ”عرض“ کے غیر تابع ہے۔
 زینہ نما جالی میں جو طیفی خط نظر آتا ہے اُس کی تصویر نہ صرف مبدائے نور کی ذاتی حدت تصویر کے تابع ہے بلکہ زاویہ انکسار ط کے بھی تابع ہے جیسا کہ مستوی انکساری جالی کی بحث میں بتایا گیا ہے۔ اس کے عامل استدلال سے حدت کے اس جزو کی پیمائش

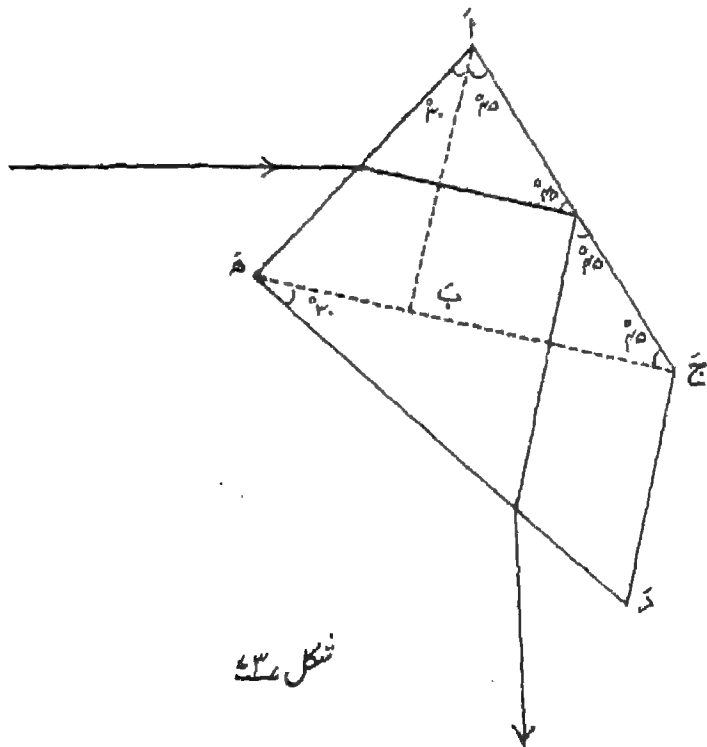
$$H = \left[\frac{\text{جب } \frac{\pi}{r} \text{ ط}}{\frac{\pi}{r} \text{ ط}} \right] \text{ سے ہوتی ہے۔}$$

زینہ نما جالی کے علاوہ لمز گر کے (Lummer Gehrcke)

کی تختی اور فابری (Fabry-Perot) کا متداخل پیمائی طیفی خطوط کی تحلیل کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان کا ذکر نیچے آئیگا۔ یہاں یہ بتانا مناسب سمجھا جاتا ہے کہ ایڈم ہلجر نے سہولت کی خاطر ان سب کی تنصیف کے لیے مستقل انحراف والے طیف پیمائش کے ساتھ ایک ٹیکن تیار کی ہے جس کی ترتیب شکل ۷۲ میں بطور خاکہ کے بتائی گئی ہے۔
 اس طیف پیمائش تواری گر اور دورین دونوں ایک دوسرے کے علی القوائم استوارانہ طریقہ پر نصب کیے جاتے ہیں۔ مختلف طیفی خطوط کے مطالعہ کے لیے صرف منشور کی مینر کو حسب ضرورت ایک باریک فولادی سیخ کے ذریعہ سے گھمانا پڑتا ہے۔ زینہ نما جالی (یا لمز گر کے کی تختی وغیرہ) کی تنصیف کے لیے تواری گر والے بازو ہی پر جگہ چھوڑ دی جاتی ہے۔
 دیکھو شکل ۷۲۔ جس میں ج طیف پیمائی کی جھری ہے، ت تواری گر شعاعوں کی متوازی پنسل اس میں سے نکل کر زینہ نما جالی وغیرہ میں داخل ہوتی ہے۔ بعد انکسار شعاعیں مستقل انحراف کے ایک منشور میں پیر واقع ہوتی ہیں۔ جو دو ۳۰° کے معمولی منشوروں اور ایک زاویہ قائمہ والے منشور کا مرکب متصور ہو سکتا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۷۳)۔ آخر الذکر کے درجہ سے



شکل ۴۲



شکل ۴۳

منکسر شعاعوں کی پنسل کا کئی داخلی انعکاس عمل میں آتا ہے اور جب پنسل منشور کی سطح ۵۴° میں سے خارج ہوتی ہے تو اس کی سمت منشور کے اندر داخل سطح ہونے سے پہلے کی سمت کے علی القیام ہوتی ہے جیسا کہ شکل ۵۳ کے مطالعہ سے فوراً معلوم ہو جائیگا۔ اس کے بعد پنسل دور بین D میں داخل ہوتی ہے اور وہاں انکسار نور اور طیفی خطوط کی تحلیل کا مطالعہ ہو سکتا ہے۔

جیسا کہ ابھی بیان کیا گیا ہے شکل ۵۲ کی ٹیکن کی مینر جس پر منشور M استادہ کیا جاتا ہے طیف کے مختلف حصوں کے مطالعہ کے لیے ایک باریک فولادی پیچ کے ذریعہ گھائی جاتی ہے۔ کیونکہ پیچ کی نوک مینر سے آگے کو نکلے ہوئے ایک بازو کو ڈھکیلتی ہے۔ پیچ کے ساتھ ایک استوائی شکل کا طبل نصب کیا ہوا ہوتا ہے جس پر طیفی خطوط کے طول موج لکھے ہوتے ہیں۔ جو طیفی خط چشمہ کے صلیبی تاروں سے مطابقت ہوتا ہے اس کا طول موج نمائندہ کے عین نیچے آ جاتا ہے اور اس طرح براہ راست پڑھ لیا جاسکتا ہے۔ اس وضع میں طیفی خط کے نور کا اخراج اقل ہوتا ہے۔

زینہ نما جالی سے متعلق جو مساواتیں اخذ کی گئی ہیں ان سے مندرجہ ذیل نتائج حاصل ہوتے ہیں :-

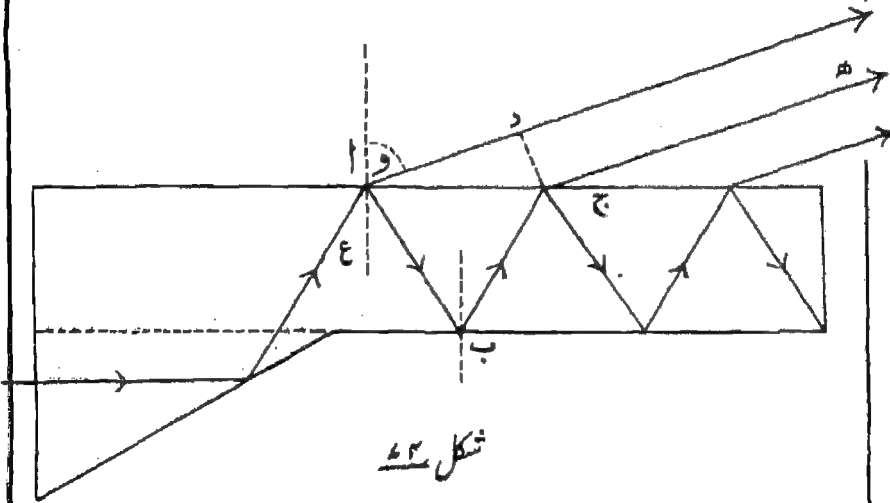
(۱) تختیوں کی موٹائی میں اضافہ کرنے سے نور کا انتشار بڑھ جاتا ہے اور اس لیے اس طیف کی زیادہ تفصیل مطالعہ ہو سکتی ہے۔ لیکن متواتر طیفوں کے فصل میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔

(۲) زینہ کے "عرض" کو اگر بڑھایا جائے تو متواتر طیفوں کے فصل میں کمی واقع ہوتی ہے۔ زاویہ تحلیل کی حد بھی گھٹ جاتی ہے۔ طیف کی تفصیل میں کوئی فرق نہیں آتا۔

(۳) تختیوں کی تعداد میں اضافہ کرنے سے نہ انتشار نور میں اور نہ متواتر طیفوں کے فصل میں تبدیلی ہوتی ہے لیکن زاویہ تحلیل کی حد میں کمی پیدا ہوتی ہے۔ اور بدین وجہ جو تفصیل مطالعہ ہوتی ہے اس میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ معہذا مقدار نور میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

لمر گر کے کا متوازی تختی والا داخلی طیف پیمیا۔

اس آلہ میں شفاف تختیوں کے اعلیٰ داخلی انعکاس سے استفادہ کیا جاتا ہے جو زاویہ فاصل کے قریب و جوار میں وقوع پذیر ہوتا ہے۔ یہ آلہ



ایک لمبی شیشہ یا بلور کی تختی پر مشتمل ہے جس کی سطحیں مناظری صحت کے ساتھ مستوی متوازی بنائی جاتی ہیں۔ اس کے ایک سرے پر ایک چھوٹا منشور اسی مادہ کا اسی طرح صاف کر کے مناظری طریقہ پر چپا کر دیا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۴۲۔ منشور کے استعمال سے شعاعیں بغیر انحراف تختی کے اندر ایسے زاویہ پر داخل ہوتی ہیں کہ اس سے باہر نکلنے وقت سطح کے تقریباً متوازی ہو جاتی ہیں۔ گویا تختی سے ”راست رویت“ کے آلہ کا کام لیا جاسکتا ہے۔ شکل میں سہولت کی خاطر شعاع 'ا' کا عمود کے ساتھ میل بہت کم بتایا گیا ہے۔ زمینہ نما جالی کے بیان میں جس طرح طیف کے رتبوں (Orders) اور ان کے انفصال و انتشار کے ساتھ آلہ کی تحلیلی طاقت پر بحث کی گئی تھی ویسا ہی اس تختی کے متعلق بھی ان امور پر بحث کی جائیگی۔

طیف کا رتبہ v - فرض کرو شکل ۲۷ میں تختی کی موٹائی t ہے
 کہ طول موج کی شعاع کے لیے انعطاف نما ہے - λ اور j متصل
 متوازی شعاعیں ہیں جو تختی کے عمود کے ساتھ زاویہ θ (تقریباً ۹۰) بناتی ہوئی
 باہر نکل آتی ہیں - j سے λ پر عمود d گزراؤ۔

λ اور λ ب ج میں منافی تفاوت راہ

$$= 2\lambda - 2\lambda \sin \theta$$

$$= 2\lambda \cos \theta$$

(اس لیے کہ جب $\theta = 0$ مر جب θ)

اگر یہ تفاوت راہ n نہ ہوتو n طیف کا رتبہ ہوگا اور

$$n\lambda = 2\lambda \cos \theta \quad \text{جب } \theta = 0 \dots (1)$$

لمس گوئے کی تختی کے لیے یہ ضابطہ اساسی اہمیت رکھتا ہے - اس کے
 مطالعہ سے ظاہر ہے کہ طیف کا رتبہ تختی کی موٹائی کے راست متناسب ہے
 تختی کے طول کے غیر تابع ہے - زاویہ خروج کے گھٹاؤ کے ساتھ بڑھتا ہے
 اور نور کے طول موج کے گھٹاؤ کے ساتھ بھی بڑھتا ہے -

مختلف رتبوں کے طیف کا درمیانی فصل - اگر

زاویہ θ کو بلحاظ رتبہ طیف تفیق کریں (یعنی اگر طیف کے رتبوں میں تفاوت
 n ہو تو فرض کریں کہ اس کے متناظر زاویہ خروج کا تفاوت $\Delta \theta$ ہے)
 تو مساوات (۱) سے

$$n\lambda = 2\lambda \cos \theta \quad \text{جب } \theta = 0 \text{ و } \Delta \theta$$

$$\Delta \lambda = \frac{n\lambda^2}{2\cos \theta} \quad \text{جب } \theta = 0 \dots (2)$$

مساوات (۱) سے n کی قیمت تعویض کرنے سے

$$\Delta \lambda = \frac{n\lambda^2}{2\cos \theta} \quad \text{جب } \theta = 0 \dots (2)$$

پس مف ن = ا لکھنے سے دو متصل طیفی رتبوں کا زاویائی انفصال

$$\text{مف و} = \frac{\text{لہ ہام}^2 - \text{جب}^2 \text{و}}{\text{ٹ جب}^2 \text{و}}$$

جس سے ظاہر ہے کہ یہ انفصال، تختی کی موٹائی کے بالکس متناسب ہے، اس کے طول کے غیر تابع ہے، خارج شعاعیں جیسے جیسے تختی کی سطح کے متوازی ہوتی جاتی ہیں بڑھتا جاتا ہے اور طول موج کی ترقی کے ساتھ ترقی کرتا ہے۔

کسی ایک رتبہ کے طیف کے اندر انتشار مساوات (۱)

کو اگر لمبا لہ جزوی تفرق کریں تو

$$\text{ن}^2 \text{لہ} = \text{ٹ}^2 \text{م}^2 \frac{\text{جب}^2 \text{م}}{\text{جب}^2 \text{لہ}} - \text{جب}^2 \text{و} \frac{\text{جب}^2 \text{م}}{\text{جب}^2 \text{لہ}}$$

$$(۳) \quad \dots \dots \dots \frac{\text{جب}^2 \text{م}}{\text{جب}^2 \text{لہ}} = \frac{\text{ٹ}^2 \text{م}^2 \frac{\text{جب}^2 \text{م}}{\text{جب}^2 \text{لہ}} - \text{ن}^2 \text{لہ}}{\text{ٹ}^2 \text{جب}^2 \text{و}}$$

$$(۳) \quad \dots \dots \dots \text{یا} \quad \frac{\text{جب}^2 \text{و}}{\text{جب}^2 \text{لہ}} = \frac{\text{ٹ}^2 \text{م}^2 \frac{\text{جب}^2 \text{م}}{\text{جب}^2 \text{لہ}} - (\text{م}^2 - \text{جب}^2 \text{و})}{\text{لہ جب}^2 \text{و}}$$

اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ طیف کے معدودے چند جو مرئی رتبے ہیں ان میں سے کسی کے بھی اندر کا انتشار تختی کے ابعاد کے غیر تابع ہے لیکن اس کے مناسبتی خواص اور زاویہ خروج کے تابع ہے۔ مساوات (۳) کو ذرا سا تبدیل کر کے لکھیں تو

$$\text{مف و} = \frac{(\text{ٹ}^2 \text{م}^2 \frac{\text{جب}^2 \text{م}}{\text{جب}^2 \text{لہ}} - \text{ن}^2 \text{لہ})}{\text{ٹ}^2 \text{جب}^2 \text{و}}$$

$$= \frac{\text{ن}^2 \text{لہ}}{\text{ٹ}^2 \text{جب}^2 \text{و}} - \text{ازروئے مساوات (۲)}$$

$$\therefore (۴ \text{ نمبر جفت لہ} - ۲ \text{ لہ}) \text{ جفت لہ} = ۲ \text{ لہ جفت لہ}$$

$$\text{یعنی جفت لہ} = \frac{۲ \text{ لہ}}{۴ \text{ نمبر جفت لہ}} \dots (۴) \text{ جبکہ جفت لہ} = ۱$$

اس جگہ سے جو فان بائیر (Von Beyer) نے حاصل کیا یہ دریافت ہوتا ہے کہ کس رتبہ کے طیف میں ایک مرکب خط کے جزو ترکیبی کا تفاوت طول موج کیا ہونا چاہیے تاکہ وہ اس کے متصل طیف کے اصل خط سے منطبق ہو۔

طاقت تحلیلی۔ شکل ۲۷ کے ملاحظہ سے واضح ہوگا کہ فاصلہ

$$ج د = ۲ ج جم و$$

پس ل طول والی تختی کا ظاہری سپرہ (aperture) ل جم و ہے۔ اگر جفت و عین تحلیل ہونے والی دو متصل (طول موج لہ اور لہ + جفت لہ کی) شعاعوں کا درمیانی زاویہ ہے تو ازروئے قواعد انکسار نور

$$\text{جفت لہ} = \frac{\text{لہ}}{\text{تختی کا ظاہری یا عامل سپرہ ل جم و}} \dots (۵)$$

لیکن مساوات (۴) سے

$$\text{جفت لہ} = \frac{(۲ \text{ لہ} - \text{جبت لہ} - \text{لہ مر جفت لہ})}{\text{لہ جبت و}}$$

جفت و کی اس قیمت کو مساوات (۵) میں نفی کی علامت کو متروک کر کے تعویض کرنے سے

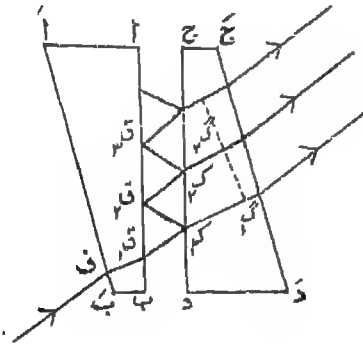
$$\text{طاقت تحلیلی} = \frac{\text{لہ}}{\text{لہ جبت و}} = \frac{\text{لہ} (۲ \text{ لہ} - \text{جبت لہ} - \text{لہ مر جفت لہ})}{\text{لہ جبت و}} \dots (۶)$$

اس سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ تختی کی تحلیلی طاقت تختی کے طول کے

متناسب ہے، اس کی موٹائی کے غیر تابع ہے، خارج شعاعوں کی سمت سے جیسے جیسے تختی کے متوازی ہوتی جاتی ہے گھٹتی جاتی ہے، طول موج کے لحاظ بالعکس بدلتی ہے۔

فابری پیرو کا تداخلی طیف پیمیا۔ اس آلہ کا عمل اور

طریقہ استعمال بھی لمٹر گس کے کی متوازی تختی کے بہت مشابہ ہے۔ اس کی تحلیلی طاقت بھی بہت بڑی ہے۔ ہم یہاں صرف اس کی مختصر تشریح کر کے بتائینگے کہ اس میں طیفی خطوط کیونکر باریک اور ممتاز الحمد و پیدا ہوتے ہیں۔ یہ دراصل دو ایک ہی شیشہ یا بورسی قلم سے تراشی ہوئی تختیوں اب اب اور ج د ج د پر مشتمل ہوتا ہے (اس شکل دیکھئے)۔



شکل ۴۵

پہلو اب اور ج د بامدگر صحت کے ساتھ متوازی ہیں۔ اسی طرح پہلو اب اور ج د ایک دوسرے کے متوازی ہیں۔ گویا یہ ایک متوازی پہلوؤں کی تختی ہے جس کے بیچ میں ایک ستھیل ہوئی تختی واقع ہے۔ اب ج د سطحوں پر چاندی کی پتلی جھلی مطروح کی جاتی ہے تاکہ ان پر سے نور بخوبی منعکس ہو اور اس کے ساتھ ہی نور کا کچھ حصہ خارج بھی ہو جائے پس نور جب ان تختیوں

داخل ہوتا ہے تو ان مفضض سطحوں کے مابین اس کا ضعفی انعکاس ہوتا ہے اور ساتھ ہی ان کی مقابل سطحوں میں سے وہ جزواً خارج بھی ہو جاتا ہے۔ آب اور ج د سطحیں اگرچہ باہدیکر متوازی ہیں لیکن عمداً آب اور ج د سطحوں کے ساتھ اس وجہ سے ماثل بنائی جاتی ہیں کہ نور کا تداخل نہ ہونے پائے۔

ان تختیوں کے مابین گداختہ سلیکا کا ایک چھوٹا کھوکھلا اسطوانہ رکھ دیا جاتا ہے تاکہ وہ باہدیکر متوازی رہیں۔ اور چونکہ سلیکا کے پھیلاؤ کی شرح بلحاظ ترقی پیش انتہا درجہ ثقیل ہے اس لیے تختیوں کا درمیانی ہوائی فاصلہ مستقل رہتا ہے۔

شکل ۱۵ میں ایک شعاع ف ق بتائی گئی ہے جو ہوائی تختی میں منعطف ہو کر ق ک راستہ اختیار کرتی ہے۔ ک پر اس کا کچھ حصہ منعکس ہو کر ک ق اور پھر ق ک سمتوں میں پلٹ جاتا ہے اور کچھ حصہ ک گ سمت میں خارج ہوتا ہے۔ اس طرح کچھ حصہ ک پ پر ک گ سمت میں خارج ہوتا ہے۔ اگر ک گ ک گ وغیرہ شیشہ کی دوسری تختی کے اندر خارج ہونے والی شعاعوں پر ایک خط گ گ کھینچیں تو یہ ان شعاعوں کا ناصیہ موج ہو گا۔ ضعفی انعکاسوں وغیرہ سے جو کچھ تفاوت، سیٹ پیدا ہوتا ہے گ گ ناصیہ موج تک پہنچنے تک ہی پیدا ہوتا ہے اس کے بعد کوئی مزید تفاوت صورت پذیر نہیں ہوتا (اس لیے کہ آب اور ج د متوازی ہیں)۔

اب فرض کرو کہ نقطہ ق سے نکلنے وقت نور کی موج کا حیطہ ارتعاش (۱) اس کا وقت دوران و اور طول موج لہ ہے۔ جب کبھی موج ہوا سے نکل کر شیشہ میں داخل ہوتی ہے فرض کرو کہ اس کا حیطہ ارتعاش ۱ سے گھٹ کر (۲) ہوتا ہے اور جب کبھی جزوی مفضض سطح پر انعکاس واقع ہوتا ہے تو موج کا حیطہ (۳) ہوتا ہے۔ واضح ہے کہ ف اور س مثبت کسور ہیں۔

پس ق کے پاس کی موج کو ہم $\lambda = \frac{1}{\pi r} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r} \right)$ سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ جس میں ق سے فاصلہ لا پر نقل مکان ما ہے۔ اگر ق سے

نکل کر گ اور گ پر پہنچنے والی موجوں کا معادل تفاوتِ راہ نہ مانا جائے
تو گ اور گ پر کی موجوں میں بھی یہی تفاوتِ راہ ہوگا۔ مگر گ کے کسی
تختی کے بیان میں بتایا گیا ہے کہ یہ تفاوتِ راہ

$$\text{تہ} = \pi \text{ فٹ جم و}$$

(جس میں ٹ = ہوائی تختی کی موٹائی اور و = سطح ج د پر شعاع کا
زادیہ و توقع)۔

لہذا گ پر نقل مکان ف ۱ جب $\pi^2 \left(\frac{و}{ل} - \frac{ل}{ل} \right)$ ہے جس میں
لاہے مراد ق اور گ کا درمیانی معادل طولِ راہ ہے۔

اسی طرح نقطہ گ پر نقل مکان ف ۲ جب $\pi^2 \left(\frac{و}{ل} - \frac{ل}{ل} \right)$ ہے

اور گ پر ف ۳ جب $\pi^2 \left(\frac{و}{ل} - \frac{ل}{ل} \right)$ ہے

اگر گ، گ، گ وغیرہ پر کی تمام شعاعوں کو دور بین میں اکٹھا کر کے
دیکھا جائے تو میدانِ نظر میں مجموعی نقل مکان

$$\text{ما} = \text{ف} ۱ \text{ جب } (ع - ع) \text{ ہے ... (۱)}$$

جس میں ع کی قیمت صفر سے لے کر ∞ تک پہنچتی ہے۔

$$ع = \pi^2 \left(\frac{و}{ل} - \frac{ل}{ل} \right) \quad ب = \pi^2 \left(\frac{و}{ل} + \frac{ل}{ل} \right)$$

اگر ہوا میں شیشہ کی سطح پر سے نور کا انعکاس ہوتے وقت جو تفاوتِ ہیئت
پیدا ہوتا ہے اس کا بھی لحاظ کر کے ایک رقم سہ اضافہ کر دی جائے۔
مندرجہ بالا مثلثی سلسلہ کی رقموں کو جمع کرنے سے

$$\text{ما} = \text{ف} ۱ \quad \text{جب } ع - س ۱ \text{ جب } (ع + ب) \text{ س} \\ \text{۱} - ۲ \text{ س} ۲ \text{ جم ب} + \text{س}$$

واضح ہے کہ کسی ایک سمت میں تختی کے اندر تہ کی قیمت مستقل ہوتی ہے۔ پس یہ بھی مستقل ہے اس لیے صرف یہ ہی تغیر پذیر مقدار ہے۔

جب $e - s$ جب $(e + b) = \text{جب } e - (s - \text{جم } b) - \text{جم } e (s \text{ جب } b)$

$$\therefore \text{ما} = \frac{\text{ف } 1}{\frac{s - 1}{2} \text{ جم } b + s} \left\{ \frac{\text{جب } e - (s - \text{جم } b) - \text{جم } e (s \text{ جب } b)}{\frac{s - 1}{2} \text{ جم } b + s} \right\}$$

$$(2) \dots\dots\dots \frac{s \text{ جب } b}{s - 1 \text{ جم } b} = \text{اگر مس فہ}$$

$$\text{تو } \text{ما} = \frac{\text{ف } 1}{\frac{s - 1}{2} \text{ جم } b + s} \text{ جب } (e - \text{فہ}) \dots\dots (3)$$

پس اس سمت میں دورین کے میدان نظر میں نور کی حدت $\text{ح} = \frac{\text{ف } 2}{\frac{s - 1}{2} \text{ جم } b + s}$

اگر $(\frac{e}{s} + \frac{b}{s})$ کو بہ نظر اختصار ضہ لکھا جائے تو بہ $\text{ضہ} = \frac{\text{ف } 2}{s}$

$$\text{اور حدت ح} = \frac{\frac{\text{ف } 2}{s}}{\frac{s - 1}{2} \text{ جم } b + s} + 1$$

پس نور کی حدت مختلف سمتوں میں اعظم اور اقل ہوگی۔ اعظم قیمت

$$\frac{\text{ف } 2}{s - 1} \text{ ہے جبکہ ضہ} = \frac{e}{s} \text{، } \frac{b}{s} \text{، } \frac{e + b}{s} \text{ وغیرہ۔ اگر س تقریباً 1 ہو}$$

(یعنی انعکاس بہت اچھا ہو) تو نور کی اعظم حدت بھی بہت بڑی ہوگی۔ بہر حال اگر نور کی اعظم حدت ح سے تعبیر کی جائے تو

$$\text{ح} = \frac{\frac{\text{ف } 2}{s}}{\frac{s - 1}{2} \text{ جم } b + s} + 1$$

$$\text{ح کی اقل قیمت} = \frac{\text{ف } 2}{s - 1} \text{ ح ہے جبکہ جب } \text{ضہ} = \frac{e}{s} \text{، } \frac{b}{s} \text{، } \frac{e + b}{s} \text{ یعنی ضہ} = \frac{e}{s} \text{، } \frac{b}{s} \text{، } \frac{e + b}{s} \dots\dots$$

اس اگر تقریباً ۱ ہو تو حدت کی یہ اقل قیمت بہت ہی چھوٹی ہوگی۔ اس لیے اعظم اور اقل حدت کے مقاموں میں بہت واضح فرق ہوگا۔ مہذا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اعظم حدت کے مقاموں سے ذرا سا ہٹتے ہی حدت میں بہت نمایاں کمی محسوس ہوتی ہے۔ اس لیے طیفی خطوط بہت واضح اور ممتاز محدود ہوتے ہیں۔ اس آلہ کی تحلیل طاققت چونکہ سختی کے انعکاسوں کی تعداد پر منحصر ہے اس لیے ہوائی حصہ کے مقابل پیلوڈوں کو مفضل کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ چاندی کی خاصیت ہے کہ سرخ شعاعوں کو زیادہ منعکس کرتی ہے اور نیلی شعاعوں کو زیادہ جذب کرتی ہے۔ اس لیے بالآخر جو طیف دکھائی دیتے ہیں ان میں نیلا رنگ غالب ہوتا ہے۔ اس آلہ کا یہ سب سے بڑا نقص ہے۔ مگر گرتے والی سختی میں یہ نقص نہیں پایا جاتا۔

منفردہ طیفی خطوط میں مقناطیسی یا برقی سکونی میدانوں کے زیر اثر جو پیچیدگیاں پیدا ہوتی ہیں ان کے مطالعہ کے لیے مصرعہ بالاتین طیف پیمائیا بہت مفید ہیں۔ اب ہم ان پیچیدگیوں کا مختصر ذکر کریں گے۔

زمینائی اثر (Zeeman Effect) - یہ دو قسم کا دریافت ہوا ہے۔ ایک کو طبعی (Normal) کہتے ہیں اور دوسرے کو بے قاعدہ - اجس کو طبعی اثر کہتے ہیں سب سے پہلے زمینان نے ۱۸۹۶ء میں دریافت کیا تھا۔ ضمیمہ برق کے آخری باب میں اس کا ذکر آیا ہے۔ لورینٹس (Lorentz) کے کلاسیکل طریقہ سے اس کی بخوبی توجیہ ہو سکی۔ طبعی اثر میں ایک طیفی خط دو خطوں میں تقسیم ہو جاتا ہے جبکہ مشاہدہ کی سمت کے متوازی ایک طاقتور مقناطیسی میدان عائد کیا جاتا ہے۔ ان خطوں میں نور باہم دیگر مخالف سمتوں میں دائری قطب ہوتا ہے۔ اگر مقناطیسی میدان مشاہدہ کی سمت کے علی القوائم عائد کیا جائے تو ایک طیفی خط تین خطوں میں منقسم نظر آتا ہے۔ بیچ کا خط اصل خط ہی کے مقام پر واقع ہوتا ہے۔ اور جانبین کے دو خط (اگر مقناطیسی میدان کی حدت مساوی ہو) تو ابتدائی خط کے اصلی مقام سے اتنا ہی ہٹے ہوئے نظر آتے ہیں جتنا کہ متوازی مقناطیسی میدان کی صورت میں۔ وسطی خط مقناطیسی میدان سے علی القوائم سمت میں منقطب ہوتا ہے اور جانبین کے دو خط مقناطیسی میدان کے

متوازی سمت میں مقطب ہوتے ہیں۔ طبیعی اثر یا ایڈروجن کے طبیعی خطوط اور عام طور پر ایسے خطوط کے ساتھ مشاہدہ ہوتا ہے جو اکہرے خطوں کے طبیعی سلسلوں سے تعلق رکھتے ہیں جیسے ہیلیم، کیڈمیم، لوہے، زر کوئیم اور ٹائیٹنیم وغیرہ کے اکہرے خطوط۔

لیکن دوسرے اور وضعی خطوں کے افراد پر جب نسبت کم حدت کا مقناطیسی میدان عائد کیا جاتا ہے۔ مثلاً سوڈیم کے D_1 اور D_2 خطوط پر تو بجائے تین خط پیدا ہونے کے اس سے زیادہ خطوط دکھائی دیتے ہیں۔ D_1 خط چار خطوں میں تقسیم ہو جاتا ہے، اندرونی دو خطوط میدان کے متوازی مقطب ہوتے ہیں اور بیرونی دو میدان کے علی القوام۔ D_2 چھ خطوں میں تقسیم ہوتا ہے جن میں سے اندر کے دو خط میدان کے متوازی مقطب ہوتے ہیں اور باہر کے چار میدان کے علی القوام۔ نیون (Neon) گیس کا طبیعی خط $\lambda = 486.1$ انگسٹروم علی القوام مقناطیسی میدان میں دو خطوں میں منقسم ہوتا ہے۔ ان میں بھی تشاکل ضرور ہوتا ہے اور ایک قسم کی باقاعدگی پائی جاتی ہے۔ لیکن محض اس وجہ سے کہ لورینٹس والا نظریہ ان کی توجیہ میں بالکل نا کام ثابت ہوا۔ اس اثر کا نام Anomalous یعنی خلاف قاعدہ رکھ دیا گیا۔ اس "خلاف قاعدہ" اثر کی طبیعی اثر کے مقابلہ میں بہت زیادہ مثالیں ہیں۔ نظریہ قدریہ کی مدد سے اب اس کی توجیہ ہوئی ہے۔ لیکن خاطر خواہ بحث جوہر کی ساخت اور نظریہ قدریہ کی کتابوں ہی میں ممکن ہے۔ یہاں ہم صرف سرسری بیان پر اکتفا کریں گے۔

طبیعی اثر میں لورینٹس کے نظریہ سے اگر برقیہ کا بار (برقی سکونی اکائیوں میں) بہ مانا جائے اور اس کی کمیت کہ توقف حدت کے مقناطیسی میدان کے زیر اثر طبیعی خط کے مروج عددہ کی تبدیلی مف نہ کے لیے حسب ذیل ضابطہ حاصل ہوتا ہے:-

$$\frac{\text{مف نہ}}{ف} = \frac{\text{بہ}}{\pi^2 \text{ کہ سرہ}} = ع$$

جس میں سرہ = رفتار نور پس ع ایک مستقل عدد ہے جو تمام

جوہروں کے لیے غیر تبدیل ہے اس کو ”طبعی“ زمیانی اثر کا طیفی مپٹاؤ فی گاوس (Gauss) کہہ سکتے ہیں۔ مندرجہ بالا جملہ میں یہ کہہ اور سر کی دریافت شدہ عددی قیمتوں کو درج کرنے سے اس کی قیمت 10×10^{-4} برآمد ہوتی ہے اور تجویز سے جو قیمت حاصل ہوتی ہے 10×10^{-4} موج عددی گاوس ہے پس واضح ہے کہ نظریہ اور تجربہ کے نتائج میں کافی انطباق ہے۔

کلاسیکل طریقہ ”خلاف قاعدہ“ زمیانی اثر کی توجیہ میں بالکل ناکامیآ ثابت ہوا۔ اس کے متعلق تجربہ سے جو عام اور اہم واقعات دریافت ہوئے ہیں لوہرینٹس نے ان کو مجملًا اس طرح بیان کیا ہے :-

”جو طیفی سلسلے تہرے یا دہرے خطوط پر مشتمل ہیں ان میں ایک ہی تہرے یا دہرے خط کے ایک ایک فرد کی تقسیم عموماً مختلف طریقوں پر ہوتی ہے۔ لیکن اس سلسلہ کے تمام تہرے یا دہرے خطوط کے متناظر افراد کی ان کے متعلقہ طریقوں ہی پر تقسیم ہوتی ہے۔ مثلاً پارے کے ثانوی ذیلی سلسلہ کے ہر تہرے خط کا سب سے کم انعطاف انگیز فرد نو اجزاء میں منقسم ہوتا ہے بیچ کا فرد چھ اجزاء میں اور سب سے زیادہ انعطاف انگیز فرد تین اجزاء میں تقسیم نہ صرف ایک ہی سلسلہ کے دہرے یا تہرے خطوں کے متناظر افراد کی تقسیم ایک طریقہ پر ہوتی ہے بلکہ مختلف جوہروں کے متناظر سلسلوں اور متناظر افراد کی تقسیم کا طریقہ بھی ایک ہی ہوتا ہے۔ مثلاً جس طرح سوڈیم کے صدر سلسلہ کے پہلے دہرے رکن کے دو فرد D_1 اور D_2 علی الترتیب چار اور چھ اجزاء میں منقسم ہوتے ہیں اسی طرح تانبے اور چاندی کے صدر سلسلوں کے پہلے ارکان کے افراد کی بھی ایسی ہی تقسیم ہوتی ہے۔“

اس تقسیم میں طیفی خط کا جو مپٹاؤ واقع ہوتا ہے متناطیسی میدان کے متناسب اور طبعی زمیانی اثر والے مستقل حد کی ایک سادہ ذیلی ضعف ہوتا ہے۔

متناطیسی میدان کی عدم موجودگی میں کسی طیفی خط کا جو مقام ہوتا ہے میدان کے عام کرنے پر اس مقام کے گرد زمیانی اثر سے اس طرح پیدا ہونے والے خطوط

بمحافظہ و ترتیب و نیز بمحافظہ حدتِ تنویر متشاکل ہوتے ہیں۔

”خلافِ قاعدہ“ زیماخی اثر کی ہم نے اوپر چند مثالیں دی ہیں جن میں نیون (Neon) گیس کے طبیعی خط لہ 6968 \AA انگسٹروم کا بھی ذکر آیا ہے۔ مقناطیسی میدان کے زیر اثر اس خط کی جن اجزاء میں تقسیم ہوتی ہیں ان کو مختصراً مندرجہ ذیل عددی نقشہ سے ظاہر کر سکتے ہیں:-

$$0.1 / 2.5 / 4.1 / 10.1 / 2.5 / 4.1 / 0.1$$

جو دراصل نقشہ

$$\frac{1.0 + 1.0 + 1.0}{2.5 + 4.1 + 10.1 + 4.1 + 2.5} \times 2 \left(\frac{1.0 + 1.0 + 1.0}{2.5 + 4.1 + 10.1 + 4.1 + 2.5} \right)$$

کا اختصار ہے۔

نیچے کے عدد یعنی ۲ کی بائیں جانب خط کے اوپر جو اعداد لکھے گئے ہیں اگر ان کو ۷ سے ضرب اور ۲ پر تقسیم کیا جائے تو وہ مقناطیسی میدان کے متوازی مقطب اجزاء کے ہٹاؤ کو تعبیر کرتے ہیں۔ اسی طرح خط کے نیچے کے اعداد میدان کے علی القوائم مقطب اجزاء کا ہٹاؤ ظاہر کرتے ہیں (اگر ان اعداد کو ۷ سے ضرب اور ۲ پر تقسیم کیا جائے)۔

نیچے کا عدد ۴ ہٹاؤ کے مستقل ۷ کے ذیلی اضعاف کو ظاہر کرتا ہے۔ ۴ کے سیدھے جانب تو سین میں جو اعداد خط کے اوپر اور نیچے لکھے گئے ہیں وہ علی الترتیب اول الذکر اور آخر الذکر اجزاء کی حدتوں کو ظاہر کرتے ہیں۔ چونکہ زیماخی اثر متشاکل ہوتا ہے اس لیے اختصاری نقشہ میں ہٹاؤ کے منفی اعداد اور ان کی متعلقہ حدتوں کے اعداد تکرار کو غیر ضروری تصور کر کے مسترد کر دیے جاتے ہیں۔

پس اس نقشہ کے دیکھنے سے فوراً معلوم ہو جاتا ہے کہ نیون (Neon) کے مصرعہ بالا طبیعی خط پر جب نسبت کمزور مقناطیسی میدان عمل کرتا ہے تو (۱) مقناطیسی میدان کے متوازی مقطب تین جزو ہیں جن کا ہٹاؤ خط کے اصلی مقام سے علی الترتیب $\frac{1}{4}$ ۷ صفر اور $\frac{1}{4}$ ۷ ہے اور ان کی حدت تنویر

لاد مر کے مسئلہ کے بموجب برقیہ اُن ہی مداروں میں حرکت کرتا ہے جن میں وہ مقناطیسی میدان کے عائد کرنے سے پہلے حرکت کرتا تھا۔ لیکن یہ مدار ایک ایسے نظام سے متعلق ہونگے جو میدان کی سمت کے گرد زاویہ کی رفتار

$$سہ = \frac{1}{\tau} \frac{f}{r}$$

کے ساتھ گھومتا ہے۔ واضح ہو کہ یہاں بہ سے مراد برقیہ کا برقی مقناطیسی اکائیوں میں بار ہے۔ باقی متغیر وہی ہیں جن کا پہلے ذکر آچکا ہے۔ پس مدار تو وہی رہتے ہیں جو پہلے تھے۔ لیکن تبدیلیج آہستگی کے ساتھ ان میں استقبال (Precession) کی رفتار سے پیدا ہوتی ہے جو برقیہ کی مداری رفتار کے مقابلہ میں بہت قلیل ہے۔ اسی کیفیت کو لامرہری استقبال کہتے ہیں۔

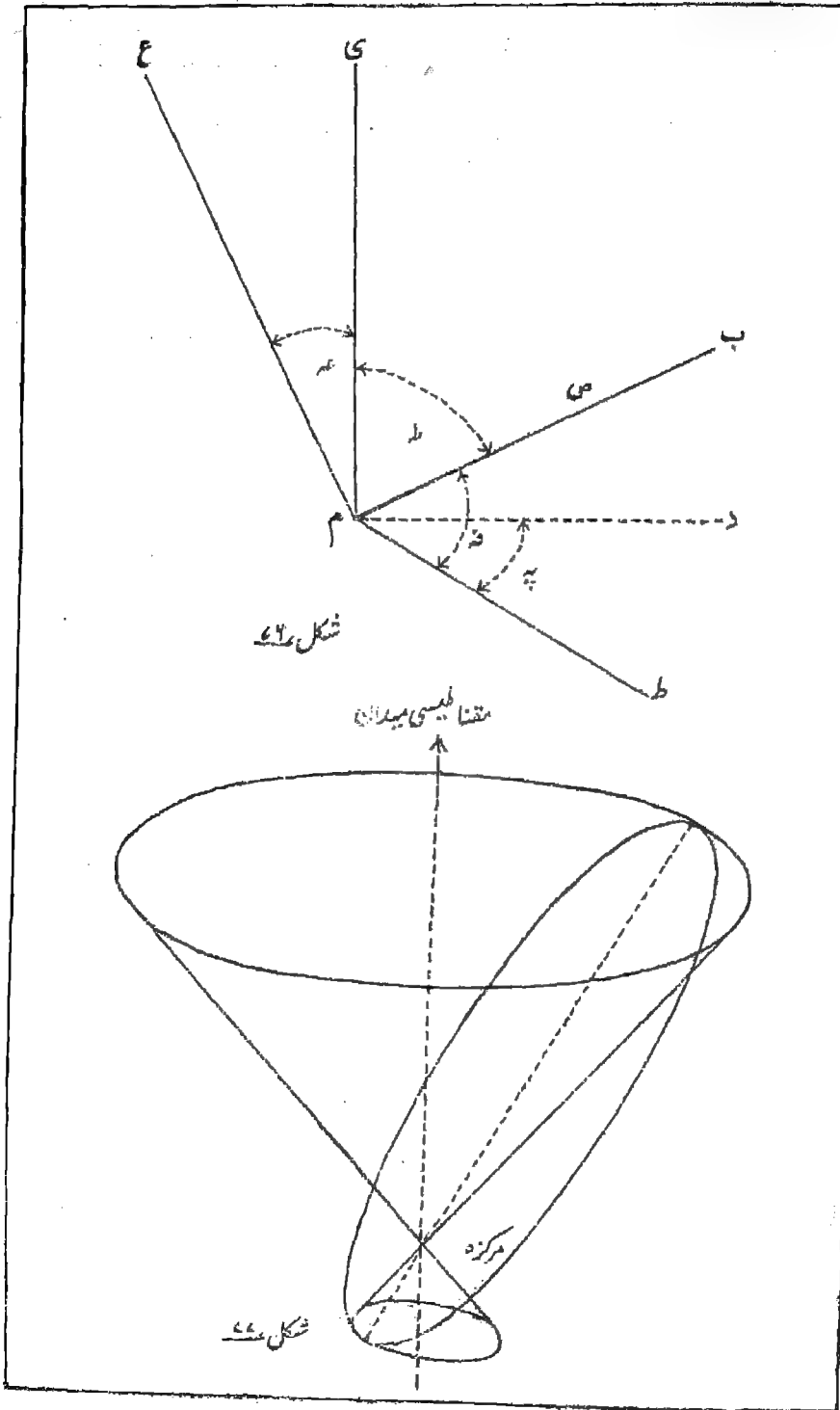
طیفی خطوط کی پیدائش کے لیے ہوس کے نظریہ کے بموجب برقیہ کی مجموعی توانائی کی تبدیلی معلوم کرنے کی ضرورت ہے چونکہ لامرہری استقبال میں برقیہ کا فاصلہ مرکزہ سے وہی رہتا ہے جو مقناطیسی میدان سے پہلے تھا۔ اس لیے اس کی توانائی بالقوہ میں کوئی فرق نہیں پیدا ہوتا ہے۔ البتہ توانائی بالحرکت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے اس لیے کہ یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ یہ تبدیلی

$$مف ت = \frac{h(\bar{N} - N)}{2\pi} \text{ سے یعنی } (N - \bar{N}) \frac{h}{2\pi} \text{ کے برابر}$$

جس میں N اور \bar{N} مقناطیسی میدان کی سمت یا محور کے لحاظ سے سابقہ و تبدلہ قدری اعداد ہیں۔

اگر شکل ۷۷ پر غور کریں تو اس کے سمجھنے میں مدد ملیگی۔

شکل ۷۷ میں فرض کرو کہ M مرکزہ ہے اور B مدار میں برقیہ کا مقام۔ M ہی مقناطیسی میدان کی سمت، M ہی برقیہ کے ناقصی مدار کے مستوی کا عمود اور P مدار کے مستوی اور W کے



یعنی (ن۔ن) $\frac{۲۴}{۲۴}$ ف

اب یہاں انتخاب کا قاعدہ (Selection Rule) استعمال کرنے کی ضرورت ہے۔ جس کے بموجب (ن۔ن) کی قیمت صرف + ایا - یا صفر ہو سکتی ہے۔ پس اس قاعدہ کے لحاظ سے زیمانی اثر میں تغیر تعدد (یا بالفاظ دیگر نواداری خطوں

کا ابتدائی خط سے ہٹاؤ صرف صفر \pm سرے $\frac{۲۴}{۲۴}$ ف ہے۔

مقت ع = صفر کی صورت میں طیفی خط اپنے سابقہ مقام ہی پر رہتا ہے۔

اس بیان سے ظاہر ہے کہ قدرتی نظریہ کے نتائج تجربی نتائج سے کامل طور پر منطبق ہوتے ہیں کیونکہ طبعی زیمانی اثر میں اصلی خط دو یا تین خطوں میں تقسیم ہو جاتا ہے جن کی وضعیں اصلی خط کے لحاظ سے متشاکل ہوتی ہیں۔ نظریہ بالا کے ذریعہ زیمانی اثر کے خطوں کی تقطیب کی بھی بخوبی توجیہ ہو سکتی ہے۔ یہاں اس تفصیل میں جانے کی ضرورت نہیں۔

واضح ہو کہ زیمانی اثر میں طیفی خط کے تغیر یا تفاوت تعدد کے لیے جو جملہ

مقت ن = $\frac{۲۴}{۲۴}$ ف

مستنبط ہوا ہے اس کے ذریعہ ہے یعنی برقیہ کے برقی بار اور اس کی کمیت کی نسبت دریافت کرنے کا ایک نیا طریقہ حاصل ہوتا ہے۔ مختلف اشخاص مثلاً وائٹس (Weiss) کاٹن (Cotton) فورٹراٹ (Fortrat) وغیرہ نے اس طریقہ سے سہ کی قیمت دریافت کی ہے۔ ۱۹۲۳ء میں

بیب کاک (Babcock) نے برقی متناطیسی اکائیوں میں قیمت ۱۰x۱۵۶۱ اکائیاں فی گرام معلوم کی۔

خلاف قاعدہ زیمانی اثر۔ جیسا کہ اس سے پہلے بیان

کیا گیا ہے۔ یہ اثر زیادہ پیچیدہ طیفی خطوط یعنی صنعتی خطوط کے ساتھ مشاہدہ ہوتا ہے۔ اس کی توجیہ کے لیے ہائیڈروجن جیسے یک برقی جوہر کا تحلیل جس میں صرف

ایک حاصل مجموعی قدرتی عدد (n) سے استفادہ کیا جاتا ہے، تاکہ کافی ہے۔ ایسے مظاہر جو مرکزہ کے ساتھ مخصوص ہیں (مثلاً مرکزہ کا مقناطیسی معیار اثر) اگر نظر انداز کر دیے جائیں تو ان پیچیدہ طیفی خطوط کی توجیہ کے لیے "چار قدرتی اعداد" سے بخوبی کام نکل آتا ہے۔ اس تحقیق میں جو بڑی کوششوں کے بعد کامیاب ہوئی لانڈے (Landé)، بلور، پاؤلی (Pauli) اور سوئر فلڈ نے بہت دماغ سوزی کی ہے۔ ان کے مفروضات و حاصل کردہ نتائج کی بعد کو پی۔ اے۔ ایم۔ ڈیراک (P.A.M. Dirac) نے برقیہ کے اضافیتی نظریہ کے ذریعہ تصدیق کی۔

اس تحقیق میں فرض کیا جاتا ہے کہ مرکزہ کے باہر کا ہر برقیہ تقریباً ایک مرکزی میدان قوت (Central field) کے زیر عمل حرکت کرتا ہے۔ قدرتی میکانیات سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایسے برقیہ کی جوہر کے ساتھ ایک قائم حالت میں وابستہ توانائی چار متبہ لوں (Parameters) کے تابع ہے۔ جن کی تفصیل حسب ذیل ہے :-

n (n) یعنی صدر (Principal) یا حاصل مجموعی (Total) قدرتی عدد۔

l (l) السمتی (Azimuthal) قدرتی عدد۔

m (m) مقناطیسی قدرتی عدد۔

s (s) برقی گھماؤ (Electron spin) کا قدرتی عدد۔

پہلے دو قدرتی اعداد سے طالب علم کو قبل ازیں تعارف کرایا جا چکا ہے۔ بقیہ دو کے متعلق ذرا آگے چل کر ضروری باتیں بیان کی جائیں گی۔

ایڈروجن کے جوہر کی توانائی کے ضابطہ

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ eV}$$

میں (n) کو جس طرح مثبت صحیح عددی قیمتیں دینے سے توانائی کی مختلف قائم حالتیں ظاہر کی جاتی ہیں زیادہ پیچیدہ جوہر میں بھی اس کا مصرف یہی ہوتا ہے۔

السمتی جوہری عدد (لی) مرکز قوت کے لحاظ سے برقیہ کی مداری حرکت

کی $\frac{h}{\lambda}$ اکائیوں میں زاویہ معیار حرکت یا معیار حرکت کے معیار اثر کی پیمائش کرتا ہے۔ مجموعی قدرتی عدد (ن) کی قیمت جب مقرر کر دی جاتی ہے تو اس سمتی قدرتی عدد کو صرف مندرجہ ذیل ن قیمتیں دی جاسکتی ہیں :-

صفر، ۱، ۲، ۳، (ن - ۱)

مقناطیسی قدرتی عدد (م) برقیہ کے اپنے مدار میں مرکزہ کے گرد حرکت کرنے سے پیدا ہونے والے مقناطیسی معیار اثر (ہر) کے ساتھ منسوب ہے۔ اس معیار اثر کی طرف سب سے پہلے اڈہلن بیک (Uhlenbeck) اور گوڈ سمٹ (Goudsmit) نے توجہ منطقت کرائی۔

ایمیہ کے نظریہ کے بموجب اگر کسی حلقہ کے گرد برقی رو (ر) بہتی ہے تو وہ ایک مقناطیسی خول کے ماثل ہے جس کا رقبہ بعینہ وہی ہے جس کے محیط کے گرد رو بہتی ہے اور جس کی طاقت (خط) رو کی قیمت (ر) کے مساوی ہے۔ چونکہ (خط) = ح دس جس میں ح = مقناطیسی شدت اور $\frac{1}{2} \pi r^2$ خول کی موٹائی اور مقناطیسی شدت = مقناطیسی معیار اثر (ہر) فی اکائی حجم۔ اگر رقبہ (س) ہو تو

$$\frac{\text{ہر}}{\text{س}} = \frac{\text{م}}{\text{س}} = \text{ر پس ہر} = \text{س ر}$$

واضح ہو کہ اس ضابطہ میں (ر) کی قیمت برقی مقناطیسی اکائیوں میں فرض کی گئی ہے۔ اگر برقیہ کا مدار ناقصی ہے تو رقبہ

$$\text{س} = \frac{1}{4} \int_0^{2\pi} \text{ص}^2 \text{فرطہ} \quad \text{جس میں ص اور ط مرکزہ کے}$$

محاذ سے برقیہ کے قطبی محور ہیں۔ مرکزہ کے گرد برقیہ کا زاویہ معیار اثر $\frac{1}{2} \pi r^2$ مستقل ہے اور = کہ ص $\frac{1}{2} \pi r^2$ فرطہ

$$\text{پس س} = \frac{1}{4} \int_0^{2\pi} \text{فرطہ} = \frac{\text{فرطہ}}{2}$$

برقی رو ر = $\frac{\text{فرطہ}}{2}$ جس میں : برقیہ کا بار ہے اور و مداری حرکت کا

وقت دوران ہے۔ اگر برقی بار برقی سکونی اکائیوں میں فرض کیا جائے
تو $r = \frac{v}{\omega}$ جس میں r رفتار نور ہے۔

$$\text{پس م} = \frac{\text{محاذی د}}{\text{محاذی م}} \times \frac{\text{بہ}}{\text{وہر}} \text{ یعنی م} = \frac{\text{بہ}}{\text{محاذی م}} \times \frac{\text{محاذی د}}{\text{وہر}}$$

نظریہ قدریہ کے بموجب محاذی کی جائز قیمتیں $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \dots$ ہیں جس میں
ہر پلانک کا مستقل ہے اور m مقناطیسی قدریہ عدد۔ پس

$$m = \frac{1}{2} \times \frac{h}{2\pi} \times \frac{2\pi}{h} = \frac{1}{2}$$

ایک عالمگیر مستقل ہے اس کی قیمت 9.27×10^{-24} ارگ گائوس ہے اور "بوسر کا مقنیہ" (Bohr Magneton) کہلاتا ہے۔ یہ ممکنہ اقل مقناطیسی معیار اثر ہے۔ مقناطیسی
قدریہ عدد m برقیہ کی توانائی کے جملہ میں بیرونی مقناطیسی میدان کے
زیر عمل داخل ہوتا ہے۔ قدریہ اعداد n اور l جب معین ہو جاتے
ہیں تو m کی صرف مندرجہ ذیل $(2l+1)$ قیمتیں ہو سکتی ہیں۔

$$-l, -(l-1), \dots, -1, 0, 1, \dots, (l-1), l$$

برقیہ کے گھاؤ کے قدریہ عدد m کی صرف $-\frac{1}{2}$ اور $+\frac{1}{2}$ قیمتیں
ہو سکتی ہیں۔ مصرحہ بالا چار قدریہ اعداد کی حقیقی تعریفیں اور ان کے متعلقہ
قواعد صرف اسی صورت میں اخذ ہو سکتے ہیں جبکہ برقیہ کی حرکت پر (جو کہ
ایک مرکزی میدان قوت کے تابع مانی جاتی ہے) قدریہ میکا نیات کا نظریہ
عائد کیا جاتا ہے۔ برقیہ کے گھاؤ کے متعلق یہ کہا جاسکتا ہے کہ m کی قیمت
جو کہ $-\frac{1}{2}$ یا $+\frac{1}{2}$ ہو سکتی ہے برقیہ کے مقناطیسی معیار اثر m کے
ساتھ ایک زاویہ معیار حرکت بھی ہوتا ہے جس کی قیمت $\frac{1}{2} \times \frac{h}{2\pi}$ ہوتی ہے

اور جس کی سمت مقناطیسی معیار اثر کی سمت کے عین مخالف ہوتی ہے (اس لیے کہ برقیہ کا بار منفی ہوتا ہے)۔ ہم تصور کر سکتے ہیں کہ برقیہ ایک برقیہ ہوا ذرہ ہے اور مرکز ثقل میں سے گزرنے والے محور کے گرد گھومتا ہے۔ ڈیڑا کے نظریہ میں برقیہ کے اس گھاؤ کا تصور غیر ضروری ہے۔

اب ہم بتا سکتے ہیں کہ طیف کے ضنعفی خطوط (Multiplets) کی پیدائش اس طرح ہوتی ہے:

۱۔ توانائی کو سطح سے m توانائی کی سطح میں برقیہ جب منتقل ہوتا ہے تو قدرتی اعداد l اور m (جن کی ممکنہ قیمتوں کے متعلق قبل ازیں صراحت کی جا چکی ہے) اصول انتخاب (Selection principle) کے تحت ہی بدل سکتے ہیں۔

l کی تبدیلی (یعنی l سے $l \pm 1$ اور m سے $m = 0$ یا $m \pm 1$)

توانائی خواہ l ہو یا m تقریباً ساری کی ساری قدرتی اعداد n اور l ہی کے تابع ہوتی ہے۔ m اور n اعداد کی تبدیلی کا اثر اس پر بہت ہی قلیل ہوتا ہے۔

پس n اور l کی دو مفروضہ قیمتوں کے ساتھ ایسی متعدد سطحیں وابستہ ہونگی جن کی متعلقہ توانائی کی قیمتوں میں بہت ہی خفیف

اختلاف ہوگا۔ اس لیے m اور n کی تبدیلیوں سے خط کے تعدد میں

بہت ہی غلط فرق محسوس ہوگا۔ اور اس طرح ضنعفی خطوط رونما ہوں گے۔

اس تمہید کے بعد ہم اب خلافت قاعدہ زمبانی اثر کی قدرتی توجہ

پر روشنی ڈال سکتے ہیں۔ ۹۲ عناصر میں سے ۷۵ کے طیفی خطوط پر مقناطیسی

میان کا اثر مشاہدہ ہوا ہے۔ ان تجربوں میں زبردست سے زبردست

مقناطیسی میدان استعمال ہوئے ہیں چنانچہ حال میں کاپٹزا (Kapitza)

نے کیمبرج کے تجربہ خانہ میں ۳۲۰ ہزار گاؤس کے مقناطیسی میدان کے ساتھ تجربہ کیا،

جو ثابہ کے سو حصہ یا اس کے لگ بھگ تک ہی عمل کرتا ہے۔

جب کسی ضنعفی خط پر بہت ہی بڑی حدت کے مقناطیسی میدان عائد کیے

جاتے ہیں تو خلافت قاعدہ زمبانی اثر کی تشکیل بدل کر طبعی زمبانی اثر کی تین سطحوں والی

تشکیل رونما ہوتی ہے جو پاشن بیک اثر (Paschen-Back Effect) کے

نام سے مشہور ہے۔

ضعفی خطوط کی توجیہ میں فرض کیا گیا تھا کہ ان خطوط کے کسی ایک گروہ سے متعلق قائم حالات توانائی گھومنے والے گرفتی برقیہ یا برقیوں (rotating valency electrons) کی مختلف وضعوں کی وجہ سے مختلف ہوتے ہیں۔ جب جوہر مقناطیسی میدان میں واقع ہوتا ہے تو ایک واحد مقررہ حالت کے عوض متعدد حالتیں صورت پذیر ہوتی ہیں جو مقناطیسی میدان کے لحاظ سے مداری حرکت یا برقیٹی گھماؤ کے حاصل مجموعی زاویائی معیار حرکت کی مختلف وضعوں کی وجہ سے ایک دوسری سے مختلف ہوتی ہیں۔

ابھی بتایا گیا ہے کہ برقیہ جب اپنے مدار میں زاویائی معیار حرکت جمع کے ساتھ حرکت کرتا ہے تو اس کا مقناطیسی معیار اثر $\frac{h}{2\pi}$ جس میں

جمع اور مداروں مدار کے مستوی کے علی القوائم ہمتیاں ہیں اور اس لیے باہم دیگر متوازی ہیں۔ اگر ایک ہی مرکزہ کے گرد مختلف مستویوں کے مداروں میں متعدد برقیہ حرکت کرتے ہوں تو ان کے زاویائی معیار حرکت ہمتیوں کے اصول کے بموجب جمع کیے جاسکتے ہیں اور ان کا حاصل سارے نظام کے زاویائی معیار حرکت کو تعبیر کریگا۔ اسی طرح ان کے مستقلہ منفردہ مقناطیسی معیار اثر کے ہمتیوں کو جوڑنے سے سارے نظام کا حاصل مقناطیسی معیار اثر دریافت ہو جاتا ہے۔ یہ دونوں حاصل مجموعی ہمتیاں باہم دیگر متوازی ہیں اور ان کی مطلق قیمتیں مصرعہ بالاساواتوں کے ذریعہ باہم دیگر مربوط ہیں۔

واضح ہو کہ صرف بیرونی یا گرفتی (Valency) برقیوں ہی کی قدرتی حرکت سے مناظری طیف رونما ہوتے ہیں۔ بند خولوں والے برقیوں کی حرکت سے حاصل مجموعی زاویائی معیار اثر یا مقناطیسی معیار اثر صفر ہوتا ہے۔ معیار جیسا کہ اوپر اس کا ذکر آچکا ہے بیرونی مقناطیسی میدان کے زیر اثر جوہر صرف چند خاص وضعیں اختیار کر سکتا ہے ایسی جن سے مقناطیسی معیار اثر (یا زاویائی معیار اثر) کے قس

(Projections)

ایک مقررہ مقدار ہی کا تفاوت رکھتے ہوں۔ معیذ اصول انتخاب کے لحاظ سے صرف متصل حالتوں میں تحویل ممکن ہے۔ پس جوہر کی توانائی کے جملہ میں قدرتی اعداد ن، ل، میں سے متعلق جو رقیں ہیں ان میں سے ہر ایک رقم کے عوض (۲ ل + ۱) رقیں پیدا ہو جاتی ہیں جبکہ ایک نسبت کم طاقت کا مقناطیسی میدان عمل کرنے لگتا ہے، اس لیے کہ مقناطیسی قدرتی عدد م کی اتنی ہی قیمتیں ہو سکتی ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ لاندے نے وضعی خطوط کی توجیہ کے لیے مداروں کی مختلف وضعوں کا جو نظریہ پیش کیا تھا اس کی مدد سے خلاف قاعدہ زیمانی اثر کی بھی توجیہ ہو جاتی ہے۔

طبیعی زیمانی اثر میں نو وارد خطوط اور اصل خط کے تعددوں میں تفاوت

$$\text{مف نہ} = \pm \frac{\text{بہ ف}}{\text{۳۳ کہ سر}}$$

خلاف قاعدہ زیمانی اثر کے لیے ۱۹۲۳ء میں بیک (Back) اور لاندے (Landé) نے رابطہ

$$\text{مف نہ} = \text{م} \left(\frac{\text{بہ ف}}{\text{۳۳ کہ سر}} \right) \text{گ}$$

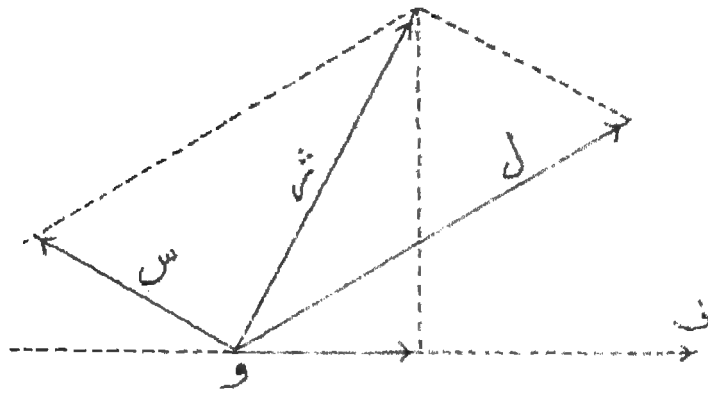
تجویز کیا۔ جس میں مف نہ دو متصل نو وارد خطوط کا تفاوت تعدد ہے۔ م کی قیمتیں شر (۱-)، شر (۲-)، شر ہو سکتی ہیں اور

گ انشقاق جزو ضربی (Splitting Factor, Aufspaltungsfaktor) کہلاتا ہے جس کی قیمت خود لاندے ہی کے دریافت کردہ تجربی ضابطہ سے معلوم ہو سکتی ہے جو شر ل کی رقموں میں دیا گیا ہے :-

$$\text{گ} = 1 + \frac{\text{شر (۱+)} + \text{س (۱+)} - \text{ل (۱+)}}{۲ \text{ شر (۱+)}} \text{گ}$$

[واضح ہو کہ گ اور شر علی الترتیب لاطینی حرف g اور ذ کے مترادف ہیں]۔ شر در اصل جوہر کا اندرونی قدرتی عدد ہے۔ س اور شر کی قیمتیں صحیح اعداد کا

انصاف ہوتی ہیں جبکہ خلاف قاعدہ زیریانی اثر جفت ضلعی خط (Even multiplet) کے کسی جزو سے متعلق ہوا ہے اور صحیح اعداد ہوتی ہیں جبکہ اثر طاق ضلعی خط کے جزو سے متعلق ہوتا ہے۔
 الشقاق جزو ضروری گ کی تعیین کا صحیح ضابطہ صرف ہائٹن فلرگ (Heisenberg) کی قدری میکانیات کے ذریعہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ ہم ذیل میں زاویہ معیار اثروں کی ایک جلی ترسیم پیش کرتے ہیں جس سے آسانی کے ساتھ (مف نہ) کے لیے ایک جملہ حاصل ہو جاتا ہے جس میں گ کی قیمت قریب قریب وہی ہوتی ہے جو لانڈاے والے ضابطہ سے دریافت ہوتی ہے :-
 شکل ۴۸ میں فرض کرو کہ بیرونی مقناطیسی میدان کی سمت وف ہے۔



شکل ۴۸

معیار اثر شر کا سمتی س اور ل سمتیوں کا حاصل ہے جو و میں سے کھینچے گئے ہیں۔ سمتی م میدان ف کی سمت میں شر کا نطل ہے۔ معیار اثر شر کے ساتھ جو توانائی وابستہ ہے

$$مف نہ = \mu \frac{2\pi}{h} \text{ شر جم (شر ف)}$$

{ واضح ہو کر یہاں جم (شر ف) سے مراد شر اور ف سمتیوں کے درمیانی زاویہ کی جیب التمام ہے }۔

$$h \text{ مفع نہ} = h \frac{b \text{ ف}}{m \text{ کہ سر}}$$

سمتی میں کے لحاظ سے توانائی اگر h مفع نہ ہو تو چونکہ نسبت کمزور مقناطیسی میدان
ف میں سمتی سے سمتی شر کے گرد "استقبال" (Process) کرتا ہے اور سمتی شر
خود مقناطیسی میدان کی سمت کے گرد "استقبال" کرتا ہے۔ اس لیے

$$h \text{ مفع نہ} = h \frac{b \text{ ف}}{m \text{ کہ سر}} \text{ جم (س' شر) جم (شر' ف)} = h \frac{b \text{ ف}}{m \text{ کہ سر}} \frac{2}{\text{شر}}$$

$$\text{چونکہ اذروئے ہندسہ جم (س' شر) = } \frac{\text{شر}^2 + \text{س}^2 - \text{ل}^2}{2 \text{ شر س}}$$

$$\text{لہذا } h \text{ مفع نہ} = h \frac{b \text{ ف}}{m \text{ کہ سر}} \frac{\text{شر}^2 + \text{س}^2 - \text{ل}^2}{2 \text{ شر}}$$

$$\text{پس مفع نہ} + \text{مفع نہ} = \text{مفع نہ} = h \frac{b \text{ ف}}{m \text{ کہ سر}} \left[1 + \frac{\text{شر}^2 + \text{س}^2 - \text{ل}^2}{2 \text{ شر}^2} \right]$$

اس جملہ سے واضح ہے کہ ل اور س کی بڑی قیمتوں کے لیے توسین والا جزو ضربی
قریب قریب اسی جملہ میں تحویل ہو جاتا ہے جو لاندٹ سے لے گ کی تعین
کے لیے اخذ کیا ہے۔

غلاب قاعدہ زمیانی اثر کے ذوارد خطوط کے تفاوت تعدد کے لیے
مندرجہ بالا ضابطہ صرف اسی صورت میں صادق آتا ہے جبکہ مقناطیسی ف کمزور ہوتا
ہے اور ل اور س سمتوں کے میلانوں پر اس میدان کا اثر نہیں ہوتا۔ جب ف بہت طاقتور ہوتا ہے تو
اس سے ل اور س کے میلان متاثر ہو جاتے ہیں اور پاشن بیک اثر رونما ہو جاتا ہے۔

اب آسانی معلوم ہو جاتا ہے کہ سادہ یعنی خطوط پر مقناطیسی میدان
سے طبعی زمیانی اثر کیونکر ظاہر ہوتا ہے چونکہ توانائی کی دو نوں سطحیں جن کے
مابین برقیہ کی منتقلی عمل میں آتی ہے، خط کی سادگی کی وجہ سے سادہ ہوتی ہیں
اس لیے قدرتی عدد میں صفر ہوتا ہے لہذا شر = ل (دیکھو شکل ۱۷۷)
اور گ = ۱ پس مقناطیسی میدان ف میں جوہر کی توانائی ایک سطح میں

۱ + م ف م ہے اور دوسری سطح میں ۱ + م ف م۔

تعدد اشعاع $2 = \frac{1-1}{2} + (م - م) ف م$

انتخاب کے اصول سے م - م = ۰ یا ± 1

پس $2 = \frac{ف م}{2}$ یعنی ف $\frac{2}{2}$ کر کے جولاہری تعدد ہے۔

داغ نمائے شمسی میں زیبائی اش کا مشاہدہ۔

سی۔ اے۔ ینگ (C. A. Young) نے ۱۸۹۲ء میں پرنسٹن (Princeton) کی رصد گاہ میں دریافت کیا کہ آفتاب کے داغ کا جب طیف بڑی تخلیلی طاقت کے طیف نما میں معائنہ کیا جاتا ہے تو بعض طیفی خطوط (علی الخصوص زرد اور سرخ رنگوں کے) چوڑے ہو جاتے ہیں اور بعض دُہرے ہو جاتے ہیں۔ مشہور میں جی۔ ای۔ ہیل (G. E. Hale) نے مونٹ ولسن کی رصد گاہ میں ثابت کیا کہ داغ اگر قرص آفتاب کے مرکز کے قریب کا ہے تو اس کا طیفی خط دُہرا ہو جاتا ہے اور اس کے اجزاء مخالف سمتوں میں دائری مقطب ہوتے ہیں۔ اگر وہی داغ قرص آفتاب کے کنارے پر ہوتا ہے تو طیفی خط تہرا ہو جاتا ہے اور اس کے اجزاء مستوی مقطب ہوتے ہیں۔ اس لیے ہیل نے یہ رائے قائم کی کہ داغ نمائے شمسی میں برقیابا ہوا عیسی مادہ آفتاب کے مرکز سے نصف قطر کے گرد لولبی مداروں میں گھومتا ہوا تیز رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ جس کی وجہ سے طاقتور مقناطیسی میدان عمل کرنے لگتے ہیں جو بعض طیفی خطوں میں زیبائی اثر پیدا کرتے ہیں۔ مرکز والے داغوں میں مقناطیسی میدان اشعاع نور کی سمت میں عمل کرتا ہے اور کنارے والے داغوں میں اشعاع نور کے علی القوائم سمت میں۔ جو داغ آفتاب کے مرکز اور کنارے کے بین بین ہوتے ہیں تو نور جب داغ کے اس پہلو سے آتا ہے جو مرکز سے قریب تر ہے تو طیفی خط دُہرا دکھائی دیتا ہے اور نور جب آفتاب کے کنارے پر کے قریب تر

پہلو سے آتا ہے تو خط تہرا پایا جاتا ہے۔ ان مقناطیسی میدانوں کی حدت بعض اوقات ۳۰۰۰ گاؤس تک پہنچ جاتی ہے۔ جو زیادہ حال کے برقی مقناطیسی تجربہ خانوں کے آلات سے حاصل کردہ میدانوں کے مقابلہ میں بہت کم ہے لیکن داہمے شمسی کا مقناطیسی میدان کئی ہزار میل قطر کے رقبوں پر پھیلا ہوا ہوتا ہے۔

(Inverse Zeeman Effect)

مقلوب زیمانی اثر

جب کوئی جاذب مادہ مقناطیسی میدان کے اندر واقع ہوتا ہے اور اس کے اثر سے طیفی خطوط دو یا تین اجزاء میں تقسیم ہو جاتے ہیں تو اس کیفیت کو مقلوب زیمانی اثر کہتے ہیں۔ اس اثر کی وجہ یہ ہے کہ جوار تغاشی حالات اشعاع نور کا باعث ہوتے ہیں وہی حالات انجذاب نور سے بھی متعلق ہوتے ہیں۔ اس لیے دونوں صورتوں میں مقناطیسی میدان کا طیفی خطوں کے طبعی تعددوں پر ایک ہی طرح کا اثر ہوتا ہے۔

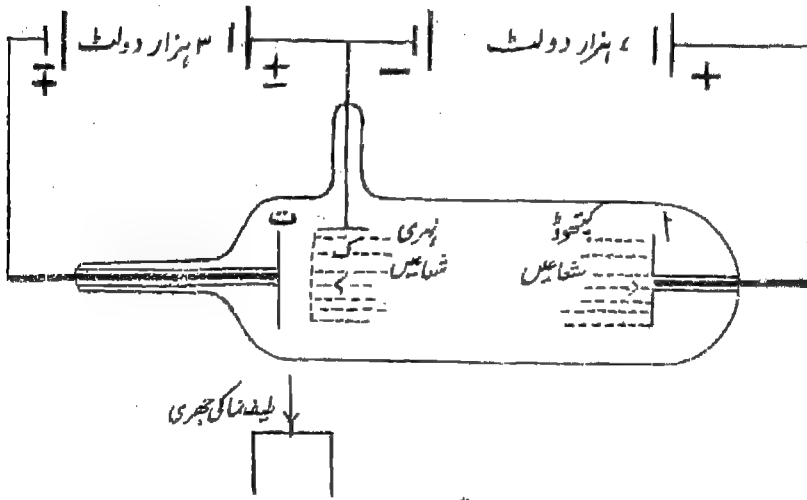
(Stark Effect)

اسٹارک اثر

۱۹۱۳ء میں جے۔ اسٹارک نے دریافت کیا کہ ہائیڈروجن کی منور خلائی ٹلی میں جب ایک زبردست برقی میدان قائم کیا جاتا ہے تو اس کے طیفی خطوط ایک خاص قاعدہ کے تحت پھٹ جاتے ہیں یعنی ایک کے بجائے متعدد خط اصل خط کے مقام کے دونوں طرف نقشا کلا اور مقطب حالت میں رونا ہوتے ہیں۔ مقناطیسی میدان کا عمل دیکھ کر فطرتاً لوگوں کو خیال ہوا کہ برقی میدان کا بھی طیفی خطوط پر کچھ نہ کچھ اثر ہوگا۔ لیکن خلائی ٹلیوں میں ایصالیت کی وجہ سے زبردست برقی تفاوت توہ کا دیر تاہ قائم رکھنا بہت مشکل امر تھا اس لیے بڑی کوششوں کے بعد ہی اسٹارک اور لوسورڈو (Lo - Surdo) کو (جو ایک دوسرے کے تجربوں سے بظاہر ناواقف تھے) کامیابی نصیب ہوئی۔

ہم پہلے مختصراً اسٹارک کے آرکی تشریح کریں گے۔ شکل ۹۷ میں خلائی ٹلی کے اندر ۲ اینوڈ تختی ہے اور کیتھوڈ تختی جس کے اندر جابجا سوراخ کر دیے گئے ہیں تاکہ نہری شعاعیں (Canal rays) ان کے اندر سے آگے کو گذر جائیں۔

ک کے پیچھے صرف ۲ یا ۳ ملی میٹر فاصلہ پر اور اس کے متوازی ایک تختی ت رکھی گئی ہے۔ نلی کے اندر گیس کا دباؤ اس قدر نپت ہے کہ اس کے ایونوں (Ions) کا اوسط آزاد راستہ ک اور ت کے درمیانی فاصلہ سے بہت زیادہ ہے۔ اس وجہ سے ان تختیوں کے بیچ کی فضا میں ایونوں کے مابین تصادم ہونے نہیں پاتا اور اس لیے ثانوی ایون پیدا نہیں ہوتے اور نہ کیسی اخراج واقع ہوتا ہے۔



شکل ۷۹

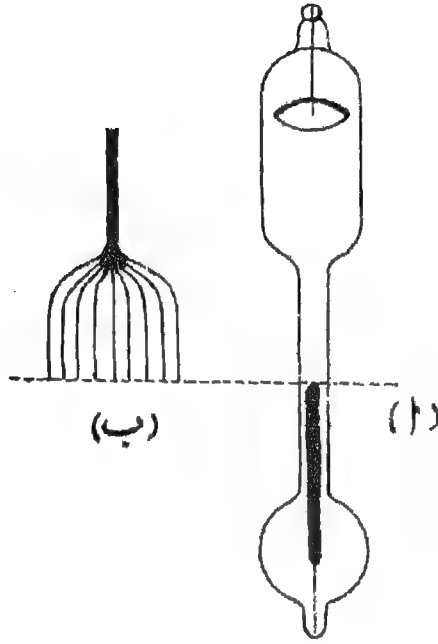
اس طریقہ سے ت اور ک تختیوں کے بیچ میں کئی لاکھ وولٹ فی سنتی میٹر کا تفاوت قیام کرنا ممکن ثابت ہوا باوجودیکہ اس فضا میں منور ایون موجود تھے۔ شکل ۷۹ میں جس طرح طیف نامی لکڑی وضع میں رکھ کر ترتیب دیا گیا ہے عرضی زیبائی اثر والی ترتیب کے مشابہ ہے۔ برقی میدان جب کافی بڑی حد تک ہوتا ہے تو اسٹار کی اثر مشاہدہ ہوتا ہے۔ طیفی خط پھٹ کر متعدد متشاکل اور منقطب خطوط دکھائی دیتے ہیں جن کا ہٹاؤ برقی میدان کی حد تک کے راست تناسب ہوتا ہے۔ اس کیفیت کو یک درجی (Linear) اسٹار کی اثر کہتے ہیں۔ جب میدان کی حدت بہت ہی بڑی ہوتی ہے تو اس اثر کے سوا دو درجی (Quadratic) اسٹار کی اثر بھی مشاہدہ ہوتا ہے

جس میں خطوں کا ہٹاؤ میدان کی حدت کے مربع کے متناسب ہوتا ہے۔
 حدت کی وضع کو مناسب طریقہ پر تبدیل کرنے سے اسٹارک نے
 ”طولی اثر“ کا بھی معائنہ کیا جس میں میدان سمت مشاہدہ کے متوازی ہے۔
 اسٹارک کی اثر میں ایڈروجن کا باہر والا ہر ایک طیفی خط متعدد متشاکل اجزاء
 میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ باہر کے سلسلہ میں جیسے جیسے طیفی خط کا ترتیبی عدد
 بڑھتا جاتا ہے ویسے ہی اس کے اسٹارک کی اثر سے پیدا ہونے والے اجزاء
 کی تعداد میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔ سرخ خط (H α) کے اجزاء کی تعداد
 قلیل ترین ہوتی ہے۔ آخر کا جب میدان کے علی القوائم مشاہدہ کیا جاتا ہے
 تو بعض اجزاء میدان کے متوازی مقطب ہوتے ہیں اور بعض اس کے
 علی القوائم۔ جب میدان کے متوازی مشاہدہ کیا جاتا ہے تو مستذکرہ بالا
 علی القوائم مقطب اجزاء غیر مقطب ہو جاتے ہیں اور متوازی مقطب اجزاء
 غائب ہو جاتے ہیں۔

اسٹارک کی اثر میں خط کے اجزاء کا ہٹاؤ زمینی اثر کے ہٹاؤ سے
 بہت زیادہ ہوتا ہے۔ مثلاً بنفشی خط کے سب سے باہر کے اجزاء کا ہٹاؤ
 ۴۷ ہزار وولٹ فی سمر برقی میدان میں ۳۳ انگسٹروم اکائیاں ہوتا ہے
 اور یہی خط جب زمینی اثر سے پھٹ کر تین اجزاء میں تقسیم ہوتا ہے تو
 بیرونی اجزاء کا ہٹاؤ ۴۵ ہزار گاؤس والے مقناطیسی میدان میں صرف
 ۵۸ انگسٹروم اکائیاں ہوتا ہے۔

لوسوسر ڈو کے تجربہ کی ترتیب اسٹارک کی ترتیب سے پہلے تر
 دونوں تجربے اگرچہ قریب قریب ایک ہی وقت میں کیے گئے۔ لیکن
 لوسوسر ڈو کو تجربہ کے نتائج کی اہمیت اسٹارک کا پرچہ شائع ہونے
 کے بعد معلوم ہوئی۔ اس کے آلہ کی شکل منہ میں تشریح کی گئی ہے۔
 یہ آلہ ایک معمولی خلائی ٹیبل پر مشتمل ہے جس میں ایک برقیہ
 الوینیم کا تار ہے جو ایک یاد دہی میٹر قطر کا ہے اور کسی قدر آسانی کے
 ساتھ شعری ٹیبل میں میٹھا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل منہ (۲)۔

اسٹار کی اثر کیتھوڈ تار کے سرے کے بالکل قریب میں پیدا ہوتا ہے جہاں
تفاوتِ قوتہ کی شرح تبدیلی بہت بڑی ہے۔ اس جگہ کے برقی اخراج کو



شکل ۸

وضاحت کے ساتھ طیف نمائی جھری کے اوپر ماسک پر لاتے ہیں تو شکل (ب)
کی سی کیفیت مشاہدہ ہوتی ہے۔ کیتھوڈ کی سطح کے اوپر تھوڑے ہی فاصلہ پر
میدان صفر ہو جاتا ہے اور یہاں سے اوپر کا طیفی خط کا حصہ پھٹا ہوا
نہیں نظر آتا۔ یعنی خط کے اجزاء ملے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔
لو سوورڈ والا طریقہ فلزی طیف کے اسٹار کی اثر کے معائنہ کے لیے بھی
موزوں ہے۔ جس فلز کے طیفی خط پر اثر مشاہدہ کرنا مقصود ہو اس کو
بطور کیتھوڈ استعمال کرنے سے وہ فلز نہری شعاعوں کے تصادم سے
بخار بن جاتا ہے اور اس طرح طیف پیدا ہو کر اسٹار کی اثر ظاہر کرتا ہے۔

اسٹارک کے تجربہ کے تین سال بعد اپسٹائن اور شولارٹسشلڈ (Epstein and Schwarzschild) نے نظریہ قدریہ سے اس کی توجیہ کی۔ ان کا ثبوت مشکل ہے۔ اس کے لیے مکانی شکل کے محدود استعمال کرنے پڑتے ہیں اور ہیما کی کمپوزیٹ کی قیمتیں تقریبی طریقوں سے دریافت ہو سکتی ہیں۔ مصریہ بالا محدودوں کے ذریعہ توانائی کی مساوات میں متغیروں کو ایک دوسرے سے یعقوبی (Jacobi) طریقہ استعمال کر کے علیحدہ کر سکتے ہیں۔ لیکن عمل بہت طویل ہے۔ درحقیقت یہ مسئلہ مشروط دوری نظام کی عام ترین مثال ہے جو محولہ بالا طریقہ سے حل ہو سکتی۔ ہم یہاں صرف قدریہ نظریہ کا نتیجہ بیان کر کے اس پر بحث کریں گے اور بتائیں گے کہ کس طرح نظریہ اور تجربہ میں کامل انطباق پایا جاتا ہے۔

مرکزہ کے گرد مدار میں گردش کرنے والے مائیڈروجن کے برقیہ پر جب برقی میدان ف عمل کرتا ہے تو اس نظریہ کی رُو سے متعلقہ طیفی خط کا تعدد

$$n = n_0 \pm e f$$

جس میں n خط کا تعدد بیرونی برقی میدان f کی عدم موجودگی میں ہے اور n_0 ایک عالمگیر مستقل ہے جس کی قیمت

$$\text{مساوات } n = \frac{3}{2} \frac{h}{m_e c} f \text{ سے حاصل ہوئی ہے۔}$$

[واضح ہو کہ h پلانک کا مستقل ہے اور m_e برقیہ کا بازا اور اس کی کمیت ہیں]

$e =$ ترقیبی عدد جو ہمیشہ ایک صحیح عدد ہوتا ہے اور صدر قدریہ اعداد n اور s کے تابع ہوتا ہے۔ آخر الذکر عددوں سے قدریہ اصول کے بموجب طیفی خط کے اشعاع سے متعلق توانائی کی ابتدائی اور آخری حالتوں کی تعیین ہوتی ہے۔ چنانچہ

$$\left. \begin{aligned} n &= n_0 \pm e f \\ s &= s_0 \pm e f \end{aligned} \right\} \text{ جس میں } (n - n_0) \dots (s - s_0)$$

اس نظریہ سے خط کے اجزاء میں ارتعاش کی سمت کا قاعدہ بھی مستنبط ہوتا ہے۔

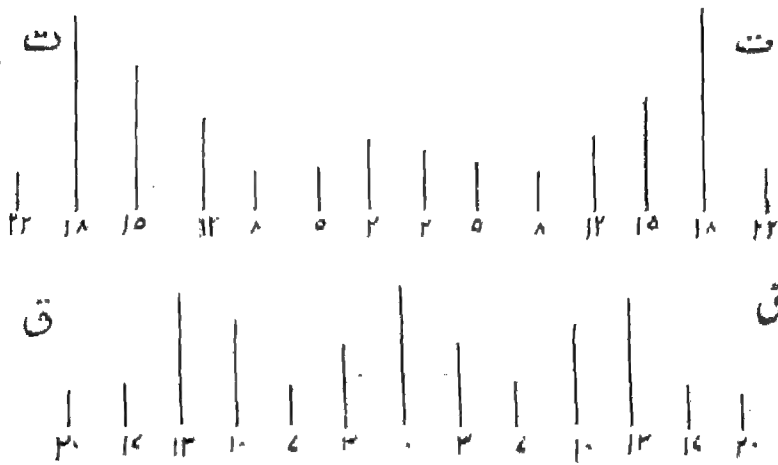
اگر $(ن - س) + (ن - س) = ل$ ایک جفت عدد ہے

تو برقی ارتعاش کی سمت میدان ف کے متوازی ہوتی ہے اور اگر ل طاق عدد ہے تو برقی ارتعاش کی سمت میدان کے علی القوائم ہوتی ہے۔ ہم اسٹار کی اثر کے ان طیفی خطوں کے اجزاء کو علی الترتیب الفا تا وائی اور قائم کے سر حرف ت اور ق سے تعبیر کریں گے۔

ظاہر ہے کہ نور کی شعاعوں کی اشاعت ہمیشہ ارتعاش کی سمت کے علی القوائم سمت میں ہوتی ہیں۔ پس اگر اسٹار کی اثر کے زیر عمل طیفی خط کی تحلیل کا مشاہدہ برقی میدان کی سمت میں ہوتا ہے (یعنی طولی اسٹار کی اثر ہے) تو اس کے ت - اجزاء غیر مرئی ہونگے اور صرف ق - اجزاء غیر مقطب حالت میں دکھائی دیں گے۔ اگر مشاہدہ میدان کے علی القوائم سمت میں ہو رہا ہے (یعنی عرضی اسٹار کی اثر ہے) تو تمام اجزاء مرئی ہونگے لیکن ت - اجزاء اور ق - اجزاء میں ان کی مختلف تقطیب کی وجہ سے فوری امتیاز ہو سکیگا۔

اب ہم بطور مثال مصرعہ بالانتاج کو پیش نظر رکھ کر ہائیڈروجن کے ایک بنفشی طیفی خط H_{γ} کے اسٹار کی اثر پر غور کریں گے۔ جیسا کہ سابقہ باب میں بتایا گیا ہے H_{γ} جو باہر کے سلسلہ کا تیسرا خط ہے برقیہ کی قدرتی حالت پانچ سے حالت دو میں منتقلی کا نتیجہ ہے۔ پس اس خط کے لیے $ن = ۵$ اور $س = ۲$ پس $ن - س$ کی قیمتیں ۱، ۲، ۳، ۴ ہو سکتی ہیں لیکن $س$ کی قیمت تو صفر ہو سکتی ہے یا ایک۔ اس لیے ترتیبی عدد ۵ یا تو ۵ $ن$ کے مساوی ہے یا (۵ $ن \pm ۲$) کے۔ پہلی صورت میں عدول جو ارتعاش کی سمت سے متعلق ہے سب سے آخری مساوات کے لحاظ سے (۳ + $ن$) کے مساوی ہے۔ اور دوسری صورت میں (۲ + $ن$) کے مساوی۔ پس ت - اجزاء کے ترتیبی اعداد جن کے لیے ل ایک جفت عدد ہونا چاہیے $ن$ کی طاق قیمتوں کے لیے ۵ $ن$ ہونگے اور جفت قیمتوں کے لیے (۵ $ن \pm ۲$) ہونگے۔ اس طرح سے طیفی خط H_{γ} کے ت - اجزاء سے متعلق ترتیبی عدد

۲، ۵، ۸، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۲ ہونگے۔
 اس طیفی خط کے ق۔ اجزاء سے متعلق ترتیبی اعداد جن کے لیے
 ایک طاق عدد ہونا چاہیے 'ن' کی جفت قیمتوں کے لیے ۵ ن ہونگے
 اور طاق قیمتوں کے لیے (۵ ن ± ۲) ہونگے۔ پس H_{γ} کے ق۔ اجزاء
 سے متعلق ترتیبی اعداد
 ۶، ۳، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۷، ۲۰ ہونگے۔
 یہ نتائج لکیروں کے ذریعہ شکل ۸۱ میں ظاہر کیے گئے ہیں۔ اس
 میں ہر لکیر کا طول طیفی خط کے متعلقہ جزو کی حدت کو تعبیر کرتا ہے جس کی
 اشارک نے فوٹو گرافی کی سختی پر اثر کو معائنہ کر کے تخمین کی۔

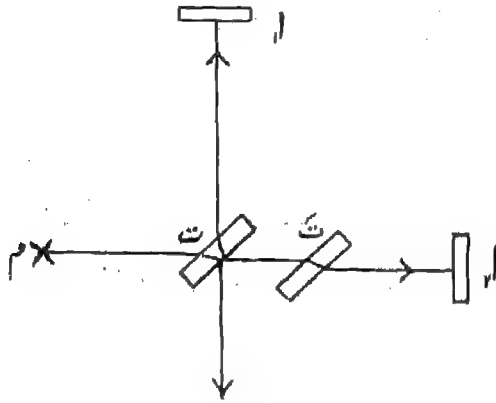


شکل ۸۱

H_{γ} میں اشارک کی اثر

مائیکاسن کے تداخل پیمائے کے ذریعہ دھڑے
 طیفی خط کے اجزاء کے تفاوت طول موج کی تعیین۔
 باب دوم میں صفحہ ۶۰ پر ہم نے اس تداخل پیمائی مختصر

تشریح کی ہے اور اس کے ذریعہ پتلی شقائق اشیاء کا انعطاف نما دریافت کرنے کا طریقہ بتایا گیا تھا۔ اب ہم اس آلہ کا طیف پیمائی استعمال بیان کرنا چاہتے ہیں۔ شکل ۸۲ میں اس آلہ کی ایک دوسری ترتیب بتائی گئی ہے۔



شکل ۸۲

شکل ۸۲ سے مقابلہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ میدانے اور آنکھ کے مقام باہم دیگر بدل دیے گئے ہیں۔ اسی طرح 'A' اور 'M' آئینوں میں بھی باہم دیگر تبدیلی عمل میں آئی ہے۔ آئینہ 'A' پیچ کے گھومنے سے آہستہ آہستہ (بغیر گھومے) آگے پیچھے حرکت کرتا ہے۔ آئینہ 'M' ساکن ہے۔

آلہ کو حسب ہدایات مندرجہ باب دوم بھیک طور پر ترتیب دینے کے بعد جس پیچ کو گھمانے سے آئینہ 'A' (بغیر گردش) آگے یا پیچھے حرکت کرتا ہے اس کی گھائی سوڈیم کے نور کے طول موج کی رقموں میں ناپ لی جاتی ہے۔ آلہ کی جو شکلیں بتائی گئی ہیں ان میں یہ پیچ بتایا نہیں گیا ہے۔ اس لیے کہ یہ شکلیں محض خاکہ ہیں تصویر نہیں۔ لیکن آلہ کے معائنہ سے فوراً پتہ چل جاتا ہے کہ یہ پیچ کونسا ہے۔ شکل ۸۲ میں اس کو آلہ کے ڈبے کے اُسی بازو فرض کرنا چاہیے جس کے مقابل آنکھ ک واقع ہوتی ہے۔ پیچ کے ذریعہ پہلے آئینہ 'A' کو اس طرح مرتب کرنا چاہیے کہ دائری شکل کے

تداخلی بند یا جھالیں پیدا ہوں۔ اس کے بعد آئینہ کو تختی ت کی طرف حرکت دی جاتی ہے۔ حتیٰ کہ تداخلی جھالیں غیر واضح ہونے لگتی ہیں۔ اس حالت میں پیمانہ پر کا نشان پڑھ لیا جاتا ہے۔ پھر آئینہ آہستہ آہستہ تختی ت سے دور ہٹایا جاتا ہے اور جھالوں کی تعداد گن لی جاتی ہے جو مرکز پر غائب ہو جاتی ہیں یہاں تک کہ بیچ تقریباً ایک کامل چکر میں گھوم جاتا ہے۔ اس حالت میں کمر پیمانہ کا نشان پڑھ لیا جاتا ہے۔ اگر اس طرح ن جھالیں غائب ہو گئیں تو آئینہ بقدر فاصلہ $\frac{n}{2}$ پیچھے ہٹایا گیا۔ پس اگر بیچ نے لا چکر کیے تو اس کی گھائی کی قیمت = $\frac{n}{2}$

دوسرے طبعی خط کے اجزاء کا تفاوت طول موج معلوم کرنے کے لیے فرض کرو کہ خط کے اجزاء a اور b ہیں اور ان کے طول موج علی الترتیب λ_a اور λ_b ۔

فرض کرو کہ آلہ اس طرح مرتب کیا گیا ہے کہ اس سے تقریباً سیدھے بند پیدا ہوتے ہیں۔ اب سفید نور استعمال کر کے اس کے مرکزی بند کو چشمہ کے صلیبی تاروں پر لاؤ تاکہ تداخل پیمائی میں سے گزرنے والے نور کے دونوں راستے مساوی طول کے ہوں۔ پھر جب بھری دوسرے خط کے نور سے منور کی جائیگی تو اس کے دونوں جزو اپنے اپنے تداخلی بندوں کے نظام پیدا کریں گے۔ یہ دونوں نظام باہم منطبق ہو جائیں گے جبکہ ان کے متعلقہ راستے مساوی ہوں گے۔ اب اگر آئینہ λ کو بتدریج پیچھے ہٹا کر نور کے ایک راستہ کو دوسرے سے ذرا لمبا کر دیا جائے تو چھوٹے طول موج (λ_a) والے جزو کے بند بہ نسبت دوسرے جزو کے بندوں کے باہم دیگر قریب تر ہوں گے اور اس لیے تداخلی بندوں کے دونوں نظاموں میں تطابق باقی نہ رہیگا۔ اور بالآخر ایک نظام کا منور بند دوسرے نظام کے تاریک بند سے منطبق ہو جائیگا۔ اگر دوسرے خط کے اجزاء بالکل مساوی حدت تنویر کے ہوں تو تداخلی بندوں کا ایک نظام دوسرے کو تعلق کر دیگا۔ اس کے بعد اگر آئینہ λ کو آدھے پیچھے ہٹاتے جائیں تو نور کے

راستوں کا تفاوت اور زیادہ بڑھ جائیگا اور بند بتدریج دکھائی دینے لگیں گے۔
جب نور کا ایک راستہ اتنا بڑھ جائیگا کہ اس میں چھوٹے طول موج (لہ) وا
جزو کی موجوں کی تعداد دوسرے جزو کی موجوں سے بقدر ایک بڑھ جائے تو
بند پہلے کی طرح کمر واضح نظر آنے لگیں گے۔
اگر ان اعظم وضاحتوں کی وضوح کے مابین آئینہ ۱ فاصلہ ط پچھے
ہٹایا گیا ہے تو

$$1 = \frac{\frac{2\pi}{\lambda_1}}{\frac{2\pi}{\lambda_2}} - \frac{2\pi}{\lambda_2}$$

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

اگر لہ یا لہ پہلے سے معلوم ہو تو اس طرح دوسرا جزو بھی معلوم ہو جاتا
ہے۔ تجربہ کئے گئے سوڈیم یا پارے کے زرد دھبے خط بہت موزوں ہیں۔
اس تداخل پیمیا سے خردہ پیمیا وغیرہ جیسے طول کے پیمائشی آلات کی
بھی بخوبی تعبیر ہو سکتی ہے۔ ہیئت طبیعیات میں مائکلسن والا تداخل پیمیا
دوسرے ستاروں کی تحلیل اور غلاقی (giant) ستاروں کے قطر کی پیمائش کے
لیے نہایت کامیاب آلہ ثابت ہوا۔

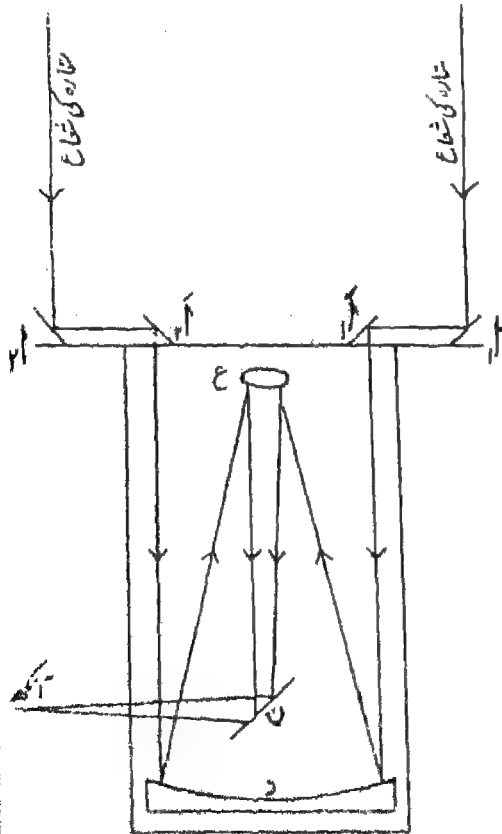
انکسار نور کے باب میں دو جھریوں کے انکسار سے متعلق بحث کرتے ہوئے
ہم نے بتایا ہے کہ اگر کسی ایک جھری کی چوڑائی ۱ ہو اور ان کا درمیانی فاصلہ
ب تو پردہ پر پیدا ہونے والے انکساری نقشہ کے اعظم یا اقل تنویری بند جھری
پر زاویہ $\frac{\lambda}{b}$ بناتے ہیں۔ اگر ان دو جھریوں کو بجائے ایک مبدا سے نور کے
دو قریبی مبداؤں سے منور کیا جائے جن کے مابین بہت ہی قلیل زاویہ عہ
ہو تو ایسی صورت میں جبکہ ایک مبدا سے پیدا ہونے والا اعظم تنویری بند
دوسرے مبدا والے متصل اقل تنویری بند سے منطبق ہوتا ہے ان دو
مبداؤں کا درمیانی زاویہ

$$\theta = \frac{\lambda}{2(b+a)}$$

یعنی ط چوڑائی والی واحد مستطیل پھری کی تحلیل طاقت ایسی دو جھریوں کی (جن کے مابین پہلی فاصلہ ط واقع ہو) تحلیل طاقت کی صرف آدمی ہوتی ہے۔
اس اصول کے لحاظ سے جس کی طرف سب سے پہلے متوفی لارڈس نے توجہ منطقت کرائی تھی اگر کسی دور بین کے دہانہ والے عدسہ کے مرکزی حصہ کو ڈھانپ کر غیر شفاف بنا دیا جائے اور محض عدسہ کے حاشیہ کے رقبوں میں سے نور کو گزرنے دیا جائے تو دور بین کی تحلیل طاقت میں اضافہ ہو جاتا ہے اگرچہ نور کی قلت کی وجہ سے خیال کم منور ہوتا ہے۔ اس طریقہ سے جے ایس اینڈ سن (J.A. Anderson) نے حیوقی (Capella) کی دو ستاروں میں تحلیل

کی اور دریافت کیا کہ ان کے مابین زاویہ $5.45''$ - ثانیہ ہے۔
طیف نمائی طریقوں سے پہلے ہی سے معلوم ہو چکا تھا کہ حیوقی ایک دھڑا ستارہ ہے۔

اب ہم بتانا چاہتے ہیں کہ مائیکلسن کے تراخل پیمائے ذریعہ ستاروں کا قطر کس طرح ناپا جاتا ہے۔ شکل ۸۳ میں $A_1 A_2$ اور $A_3 A_4$ چار مستوی آئینے ہیں جو دور بین کے محور کی سمت کے ساتھ 45° کا زاویہ بناتے ہیں۔ $A_1 A_2$ کی اوپر کی سطح منقوض ہے اور $A_3 A_4$ کی نیچے کی سطح منقوض ہے تاکہ ستارہ سے آنے والی شعاعیں ان سے منعکس ہو کر دور بین میں



شکل ۸۳

ہوتے ہوئے دہانہ کے سکافی آئینہ پر واقع ہوں۔ وہاں سے منعکس ہو کر وہ بالآخر آنکھ میں داخل ہوتی ہیں جیسا کہ شکل میں تیروں کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ بیرونی آئینوں ۱، ۲ اور ۳ کا درمیانی فاصلہ حسب ضرورت بڑھایا گھٹایا جاتا ہے۔

۱۹۲۱ء میں اے۔ اے۔ مائیکلسن اور ایف۔ جی۔ پیلین (F.G. Pease) نے رصدگاہ مونت ولسن (Mount Wilson) کی سو انچ سپرہ والی دوربین کے ساتھ اس متداخل پیماس کا استعمال کیا۔ جب آئینوں ۱۱ اور ۱۲ کا درمیانی فاصلہ ۱۲۱ انچ سے کمتر تھا تو جبار (Orion) کے سب سے بڑے ستارہ ابطا الجوزاء (Betelgeuse) کے فوٹو گراف میں جھلریں پائی گئیں۔ یہ فاصلہ جب بڑھتے بڑھتے ۱۲۱ انچ ($= ۳.۰۶۵$ سہر) ہو گیا تو جھلریں غائب ہو گئیں۔ ایسی صورت میں مندرجہ بالا استدلال کے بموجب اور ملحوظ اس امر کے کہ ستارہ کی سطح کروہی ہے اس کا زاویہ قطر

$$\frac{J}{b} \text{ MPa} = \sigma$$

[مبدائے نور کا خاکہ دائری شکل کا ہونے کی وجہ سے انکساری ضابطہ میں جزو ضربی ۱۲۲ کی ضرورت داعی ہوئی۔ جیسا کہ انکسارِ نور کے باب میں بیان کیا گیا ہے۔ درحقیقت جزو ضربی ۱۲۲ کے عوض ۱۲۳ زیادہ صحیح ہے اس لیے کہ آفتاب کی طرح ستاروں کے حاشیے بھی بقیہ سطح کی بہ نسبت کم منور نظر آتے ہیں۔]

اس ضابطہ میں ط سے مراد تداخل میا کے بیرونی آئینوں ۱ اور ۲ کا درمیانی فاصلہ ہے۔ ابطا الحوزار سرخ رنگ کا ستارہ ہے۔ مندرجہ بالا ضابطہ میں لہ جو ستارہ کے نور کا موثر طول موج ہے 545×10^{-5} سم کے مساوی ہے پس $e = 0.04$ ۔ ثانیہ اور چونکہ ہیٹی ذرائع سے اس کے اختلاف منظر (Parallax) کی قیمت 0.18 ۔ ثانیہ دریافت ہو چکی ہے اس لیے اس کا قطر بقدر 240×10^6 میل برآورد ہوتا ہے

جو تقریباً مدارِ مریخ کے قطر کے برابر ہے۔ اسی لیے یہ ستارہ ^{۱۲}علاقائی کہلاتا ہے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا کہ اس کا قطر دوری طریقہ پر گھٹتا بڑھتا بھی ہے۔ جب چھوٹا ہو جاتا ہے تو اس کے خیال کی جھاریں غائب نہیں ہوتیں تا وقتیکہ متداخل پیمائے بیرونی آئینوں کا درمیانی فاصلہ ۱۴ فٹ تک نہ بڑھا دیا جائے۔

قلبِ عقرب (Antares) کا قطر ابھجوزار کے قطر سے بھی زائد ثابت ہوا۔ ۲۰ فٹ فصل والے متداخل پیمائے سے چھوٹے سے چھوٹا زاویائی قطر جو ناپا جا سکتا ہے ۰.۰۲۴ ثانیہ ہے۔

چھٹا باب

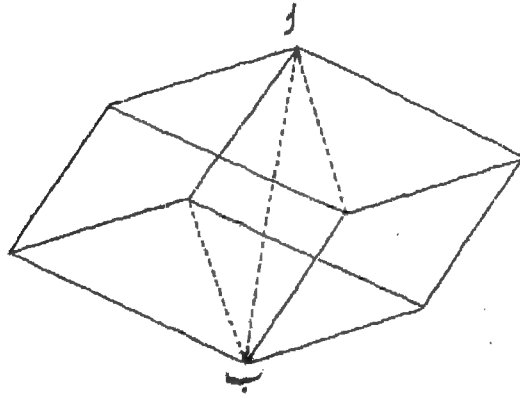
تقطیب نور

مداخل و انکسار نور کے مظاہر کی توجیہ کے لیے صرف اس قدر فرض کرنا کافی ہے کہ نور کی اشاعت موجی حرکت کے ذریعہ ہوتی ہے۔ آیا یہ موجیں طولی ہیں یا عرضی اس بحث میں پڑنے کی اب تک ضرورت پیدا نہیں ہوئی۔ واقعہ یہ ہے کہ خود بینک (Young) اور ہویگنز (Huygens) جو موجی نظریہ نور کے بڑے زبردست حامی تھے خیال کرتے تھے کہ یہ موجی حرکت طولی ہے یعنی (آواز کی طرح) واسطہ کے "ذرات" کی ذوری حرکت نور کی اشاعت کی سمت میں واقع ہوتی ہے۔ ہم بتائینگے کہ یہ تصور کیوں غلط ثابت ہوا۔

۱۶۶۹ء میں ڈینش فیلسوف ایریزمس باس ٹولینس (Erasmus Bartholinus) نے انکشاف کیا کہ کیلسائٹ (Calcite) کی قلم میں سے جب کوئی شعاع نور گزرتی ہے تو اس سے دو منعطف شعاعیں پیدا ہوتی ہیں۔ اس وجہ سے ایسے انعطاف کے لیے دھرا یا ڈیٹلا انعطاف نام تجویز ہوا۔ تھوڑے ہی عرصہ کے بعد معلوم ہوا کہ ڈیٹلا انعطاف سے جو شعاعیں پیدا ہوتی ہیں بعض خصوصیات میں ایک دوسری کی ضد ہوتی ہیں۔ ان امور کی تجربی تحقیق کے لیے کیلسائٹ کی قلمی ساخت کا جاننا ضروری ہے اس لیے ہم اس کے ہندسہ سے متعلق چند باتیں بیان کرینگے۔

کیلسائٹ یا آئس لینڈ اسپار کی قلمی شکل رومیو ہیڈرون

(rhombhedron) کی سی ہوتی ہے یعنی وہ چھ متوازی الاضلاع سطحوں سے محدود ہوتا ہے جس کے زاویے علی الترتیب $101^{\circ} 53'$ (تقریباً 102°) اور 78° (تقریباً 78°) ہوتے ہیں۔ اس کے دو مجسم زاویے α اور β (دیکھو شکل ۸۳) جو باہر یک قطر مقابل ہوتے ہیں تین منفرجہ زاویوں کے ملنے سے بنتے ہیں اور باقی ماندہ چار مجسم زاویے ایک منفرجہ اور دو حادہ زاویوں کے فراہم ہونے سے۔ انشقاق کی وجہ سے کیلسائٹ کی قسم ہمیشہ اسی نوعیت کی مجسم شکل اختیار کرتی ہے۔

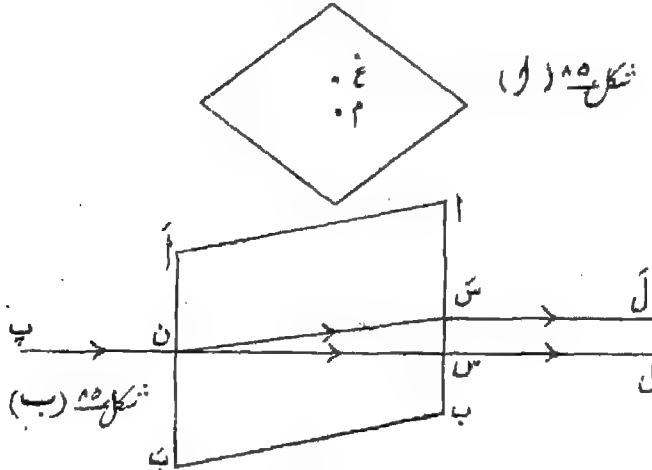


شکل ۸۳

قلم کے تمام ابارہ کنارے جب مساوی طول کے ہوتے ہیں تو α اور β مجسم زاویوں کو ملانے والا خط ان کی متعلقہ منفرجہ سطحوں کے ساتھ مساوی زاویے بناتا ہے اور قلم کا محور کہلاتا ہے۔ اگر کنارے مساوی نہ ہوں تو α اور β پر کے مجسم زاویوں کی سطحوں کے ساتھ مساوی زاویے بنانے والی سمت قلم کے محور کی سمت کہلاتی ہے۔ قلم کے اندر اس میں جتنے بھی متوازی خطوط کھینچے جائیں بطور اختصار مناظری محور کہلاتے ہیں۔ سر دست ہم صرف ان مستویوں کو جو قلم کے دو متوازی پہلوؤں کے علی القوائم اور مناظری محور میں سے گزر رہا ہو اس کی صدر تراش کے نام سے مقابلہ کریں گے۔ اسی طرح کیلسائٹ کے

رومب (rhomb) کے ہر ایک نقطہ کی تین صدر تراشیں ہونگی۔ واضح ہے کہ ہر صدر تراش کی وضع قلم کے متعلق پہلوؤں کے چھوٹے وتر کے متوازی ہوگی۔ اب فرض کر دو کہ دو ایک پردہ میں سو طرح کر کے اس کو تیز حرکت کے مبدلے سے منور کیا جاتا ہے اور اس سے نور کی جو پنسل نکلتی ہے آئس لینڈ اسپارک کی ایک قلم پر سطح کے علی القوائم واقع ہوتی ہے۔ سہولت کی خاطر قلم کی سطح کے چاروں ضلعے مساوی (بشکل معین) بنائے گئے ہیں۔ دیکھو شکل ۸۵ (ا)۔ قلم کی مقابل سطح میں سے دو متوازی پنسلیں خارج ہوتی ہوئی نظر آئیں گی۔ م معمولی شعاعوں سے متعلق ہوگی اور غ غیر معمولی شعاعوں سے۔

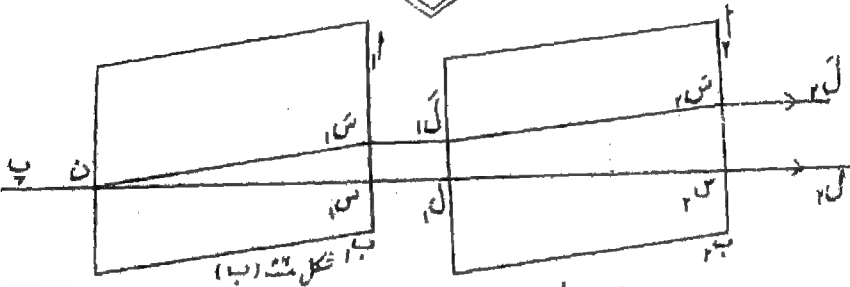
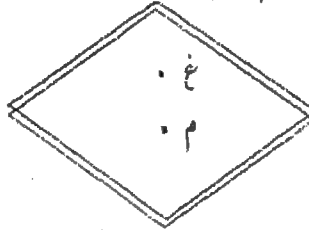
متوازی الاضلاع ا ب ب ا (شکل ۸۵ ب) قلم کی صدر تراش کو تعبیر کرتا ہے۔ پنسل پ ن قلم کی سطح پر علی القوائم واقع ہوتی ہے اور جب



اس کی صدر تراش میں سے گزرتی ہے تو دو پنسلوں میں تقسیم ہو جاتی ہے۔ ایک معمولی اور دوسری غیر معمولی۔ ابتدائی پنسل کا زاویہ وقوع قائم ہونے کی وجہ سے اول الذکر قلم میں سے براہ ن س ل بلا انحراف گزر جاتی ہے اور آخر الذکر ن س کی سمت میں منعطف ہو کر براہ س ل اپنی سابقہ سمت کے متوازی خارج ہوتی ہے۔ پس ظاہر ہے کہ اس وسیلے انعطاف میں ایک پنسل معینہ قواعد انعطاف کی پابند ہوتی ہے اور اس لیے معمولی پنسل کہلاتی ہے۔ دوسری پنسل ان قواعد کی پابند

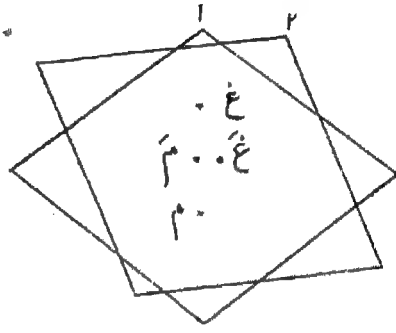
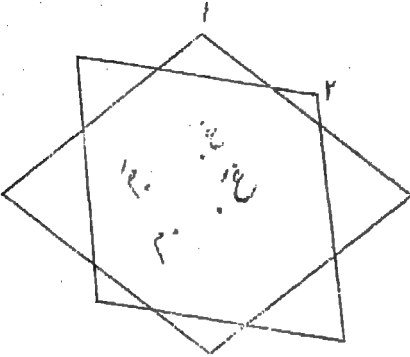
نہیں ہوتی ہے اور اس لیے غیر معمولی کہلاتی ہے۔
 اگر متذکرہ بالا قلم کے پیچھے (نور کی پنسل کے راستہ میں) اس کے مساوی
 ایک دوسری قلم بعینہ اس کے مثل وضع میں رکھ دی جائے۔ ملاحظہ ہو شکل نمبر (۱)
 تو پہلے کی طرح اب بھی دو ہی خیال م اور غ دکھائی دینگے ان کو ملانے والا خط سطح
 کے چھوٹے وتر کا متوازی ہوگا لیکن ان کے مابین اب دو چند فاصلہ ہوگا گویا پنسل
 دو چند مڑائی کی ایک قلم میں سے منعطف ہوئی شکل نمبر (ب) میں اس کی کافی توضیح
 کی گئی ہے۔ ا ب اور ا ب دو نوں قلموں کی صدر تراشیں ہیں۔

شکل نمبر (۱)

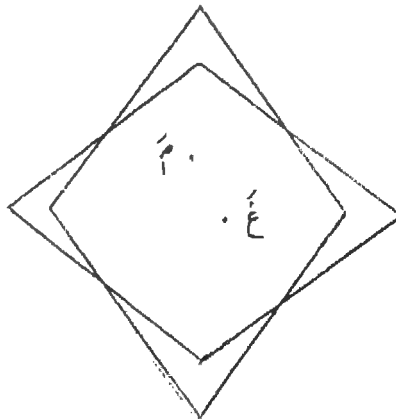
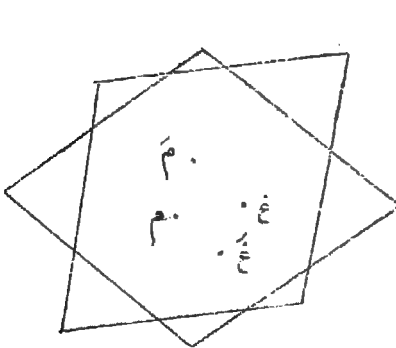


پنسل پ ن پہلی قلم کی سطح پر علی القوائے واقع ہوتی ہے تو معمولی اور غیر معمولی
 پنسلوں میں تقسیم ہوتی ہے۔ معمولی پنسل ن س ل بلا انصاف چلی جاتی ہے
 اور غیر معمولی پنسل ن س ل منصرف ہو کر گزرتی ہے قلم کے باہر اس کی سمت
 س ل معمولی پنسل کی سمت کے متوازی ہے۔ جب یہ پنسلیں دوسری قلم پر
 واقع ہوتی ہیں تو معمولی پنسل ل س ل بلا انصاف سطح کے علی القوائے چلی جاتی ہے
 اور غیر معمولی پنسل ل س ل قلم کے اندر منصرف ہوتی ہے لیکن باہر نکلتے وقت
 ابتدائی راہ کے متوازی ہو جاتی ہے۔ س ل اور س ل کا درمیانی فاصلہ س ل اور س ل
 کے درمیانی فاصلہ کا دو چند ہے۔ پہلی قلم کو ثابت رکھ کر اس کے پیچھے کی قلم کو
 (یعنی آنکھ سے نزدیک تر قلم کو) خفیف سا غیر منصرف پنسل کے گرد واقعی سمت ساعت

گھماؤ۔ دیکھو شکل ۸۷۔ تو دو کے بجائے اب چار خیال دکھائی دیں گے۔ خیال م تو منہر ت
 ہو گا لیکن خیال غ ذرا سیدھے بازو ہٹ جائیگا۔ م اور غ دونوں خفیف سے مدعم



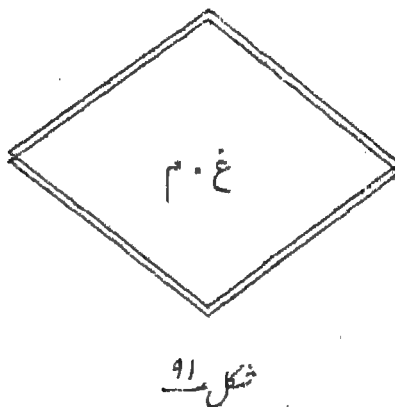
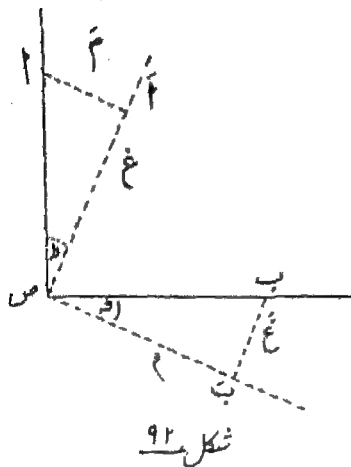
پڑ جائیگے اور ان کے مابین دو نئے مدعم خیال (م اور غ) نظر آنے لگیں گے۔ ان کو ٹانے والے خطوط سے
 ایک متوازی الاضلاع م غ غ پیدا ہو گا جس کے ضلعے قلموں کی صدر تراشوں کے متوازی ہونگے۔ شکل ۸۸
 میں قلم نمبر ۲ اتنی گھمائی گئی ہے کہ اس کے اور قلم نمبر ۱ کے صدر مستویوں کے مابین پورے ۵۴° کا
 زاویہ ہے۔ اس وضع میں چاروں خیال مساوی روشن نظر آتے ہیں۔



شکل ۸۸

شکل ۸۹

نمبر ۱ قلم کو مزید گھمانے سے دم اور غ خیال زیادہ مدھم ہو جاتے ہیں اور دم اور غ خیال زیادہ واضح نظر آتے ہیں۔ اور جب ان قلوب کے صدر مستویوں کے درمیان ۹۰ ڈگری واقع ہوتا ہے تو دم اور غ خیال بالکل غائب ہو جاتے ہیں۔ دیکھو شکل ۸۹۔



جب یہ زاویہ ۹۰ سے بھی زیادہ بڑھ جاتا ہے تو م اور غ خیال دوبارہ دکھائی دینے لگتے ہیں اور م اور غ خیالوں کی حدت گھٹتی جاتی ہے۔ اور جب یہ زاویہ ۱۲۵ ہو جاتا ہے تو چاروں خیال پھر سے مساوی روشن دکھائی دیتے ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل نمبر ۹۔

نمبر ۲ قلم کو مزید گھما کر درمیانی زاویہ جب پورے ۱۸۰ بنا دیا جاتا ہے تو دونوں قلموں کے صدر استوائی کرر یا جہد یک متوازی ہوتے ہیں۔ م اور غ خیال غائب ہو جاتے ہیں اور م اور غ خیال اپنی سابقہ حدت اختیار کر لیتے ہیں۔ لیکن باجہ دیگر منطبق بھی ہو جاتے ہیں جیسا کہ شکل نمبر ۱۰ میں بنا دیا گیا ہے۔

ان شکلوں کے مطالعہ سے واضح ہوگا کہ پہلی قلم کے معمولی خیال کی شعا عیس
دوسری قلم میں سے گزر کر ایک معمولی خیال م پیدا کرتی ہیں اور ایک غنی معمولی
ع اسی طرح اول الذکر یعنی پہلی قلم کے غیر معمولی خیال کی شعا عیس دوسری قلم میں سے
گزر کر معمولی خیال م اور غیر معمولی خیال ع پیدا کرتی ہیں۔

اور ان کی حدت میں تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں اس لیے واضح ہے کہ نور کی پنسل جب ایسی تلوں میں سے گزرتی ہے تو اس میں ایک طرح کی نئی کیفیت پیدا ہوتی ہے۔ اسی کو تقطیب نور کہتے ہیں۔

تقطیب کا لفظ اس لیے استعمال ہوتا ہے کہ نور کی پنسلوں میں ایک قسم کی وضع واری مشاہدہ ہوتی ہے جو قلموں کے صدر مستویوں کے ساتھ وابستہ ہے۔ ان مشاہدات کی توجیہ میں ینگ اور ہولیگن کا میاب نہ ہو سکے۔ اس لیے کہ ان کا یہ خیال تھا کہ نور کی اشاعت آواز کی طرح طولی موجوں کے ذریعہ ہوتی ہے۔

فرینیل (Fresnel) نے نور کی موجوں کو عرضی تصور کر کے تذکرہ بالا مشاہدات کی پوری توجیہ کی۔ جیسا کہ شکل ۹۲ کے مطالعہ سے واضح ہوگا۔ پہلے چند اصطلاحات کی تفسیر ضروری ہے۔ معمولی خیال (اور اس کی شعلقہ پنسل) کی نسبت کہا جاتا ہے کہ وہ قلم کے صدر مستوی میں مقطب ہے اور غیر معمولی خیال (اور اس کی شعلقہ پنسل) کا جب ذکر آتا ہے تو کہتے ہیں کہ وہ قلم کے صدر مستوی کے علی القوائم مستوی میں مقطب ہے۔ یہ اصطلاحیں جب اختراع ہوئیں تو ان کا مقصود ابتدائاً صرف اسی قدر تھا کہ معمولی اور غیر معمولی پنسلوں کے ارتعاشوں کو جو اشاعت نور کی سمت کے علی القوائم ہیں باہمی طور پر علی القوائم مانا جائے۔ جب تقطیب نور کے مسائل میں زیادہ سراسرستی کی ضرورت محسوس ہوئی تو فرینیل نے فرض کیا کہ معمولی پنسل میں (جو قلم کے صدر مستوی میں مقطب سمجھی جاتی ہے) اِثیر (Ether) کا ارتعاش اس صدر مستوی کے علی القوائم ہوتا ہے اور غیر معمولی پنسل میں ارتعاش خود صدر مستوی میں ہوتا ہے۔ میک کلما (Mac Cullagh) کا مفروضہ اس کے بالکل برعکس تھا اور ایک برصغیر میں یہ اختلاف جاری رہا۔ لیکن بعض قطعی تجربات کے ذریعہ ثابت ہو گیا کہ فرینیل کا مفروضہ صحیح ہے۔ ہم آگے چل کر ان امور پر بحث کریں گے۔ سر دست فرینیل کے مفروضہ کو تسلیم کر کے فرض کرتے ہیں کہ معمولی پنسل جب پہلی قلم سے نکلتی ہے تو اس میں ارتعاش کی سمت صدر مستوی میں (شکل ۹۲) کے علی القوائم ہوتی ہے۔ اس کے محیطہ ارتعاش کو اگر ص ب سے تعبیر کیا جائے تو غیر معمولی پنسل کا محیطہ ارتعاش ص ا ہوگا جو ص ب کے مساوی اور اس کے علی القوائم ہے۔

دوسری قلم جب خفیف سی لگائی جاتی ہے جس کی وجہ سے ان کے صدر مستویوں کے درمیان زاویہ طہ واقع ہوتا ہے تو ارتعاش ص ب کی ص ب اور ب ب ارتعاشوں میں تحلیل ہوتی ہے جو باہمیہ علی القوائم ہیں۔ ص ب یعنی ص ب حجم طہ قلم نمبر ۲ کے صدر مستوی کے علی القوائم ہے اور اس لیے قلموں کی موجودہ وضعوں میں خیال م کے حیطہ ارتعاش کی تعبیر کرتا ہے۔ ب ب یعنی ص ب جب طہ قلم نمبر ۲ کے صدر مستوی کے متوازی ہے اور اس لیے خیال غ کے حیطہ ارتعاش کی تعبیر کرتا ہے اسی طرح ارتعاش ص ا کی ص ا یعنی ص ا حجم طہ اور ا ا یعنی ص ا جب طہ ارتعاشوں میں تحلیل ہوتی ہے۔ اول الذکر قلم نمبر ۲ کے صدر مستوی کے متوازی ہے اس لیے خیال غ کے حیطہ ارتعاش کی اس سے تعبیر ہوتی ہے۔ ثانی الذکر اس مستوی کے علی القوائم ہے اس لیے خیال م کے حیطہ ارتعاش کو تعبیر کرتا ہے۔

چونکہ ص ب اور ص ا مساوی حیطے ہیں اس لیے ان کے عوض ایک ہی علامت ص لکھی جاسکتی ہے اور اس طرح م اور غ خیالوں کی حدیں باہمیہ مساوی اور حہ حجم طہ ہوتی ہیں۔ قلمیں جس وقت علی القوائم ہوتی ہیں یعنی ان کے صدر مستویوں کا درمیانی زاویہ طہ ۹۰ ہوتا ہے تو یہ خیال غائب ہو جاتے ہیں (اس لیے کہ حجم طہ صفر) ایسا ہی م اور غ خیالوں کی حدیں مساوی اور حہ جب طہ سے تعبیر ہوتی ہیں۔ قلمیں جب متوازی ہوتی ہیں یعنی ان کے صدر مستویوں کا درمیانی زاویہ صفر یا ۱۸۰ ہوتا ہے تو خیال م اور غ غائب ہو جاتے ہیں۔

فریڈنیل اور آریگو (Arago) نے مقطب نور کی پٹیلوں کے متداخل پر متعدد تجربے کیے اور ان کے نتائج ہی کی بنا پر رائے قائم کی کہ نور کی موجیں اشاعت کی سمت کے علی القوائم ہوتی ہیں۔ جب نور مستوی مقطب ہوتا ہے تو یہ موجیں صرف ایک ہی سمت میں (جو سمت اشاعت کے علی القوائم ہوتی ہے) محدود رہتی ہیں۔ ورنہ اندطاف سے جب تقطیب پیدا ہوتی ہے تو معمولی اور غیر معمولی پٹیلوں میں ارتعاش کی سمتیں باہمیہ علی القوائم ہوتی ہیں۔ ان تجربی نتائج کی اہمیت کی وجہ سے ہم ان کو ذیل میں مختصراً درج کیے دیتے ہیں:-

(۱) جن حالات کے تحت نور کی معمولی پٹیلوں میں متداخل واقع ہوتا ہے ان حالات

دو علی القوائم مقطب پینسلوں میں تداخل نہیں ہوتا۔
 (ب) ایک ہی مندار سے نکلی ہوئی اور ایک ہی مستوی میں مقطب
 دو پینسلوں کے درمیان نور کی معمولی دو پینسلوں کی طرح تداخل ہوتا ہے۔
 (ج) نور کی دو علی القوائم مقطب پینسلیں جب تقطیب کے ایک ہی
 مستوی میں لائی جاتی ہیں تو معمولی نور کی طرح ان میں تداخل واقع ہوتا ہے
 بشرطیکہ وہ ابتداءً مقطب نور کی ایک ہی پینسل سے نکلی ہوں۔
 چونکہ کیلسائیٹ کی قلم میں سے نور کے گزرنے سے معمولی اور غیر معمولی
 جو دو خیال پیدا ہوتے ہیں ہمیشہ آسانی روشن ہوتے ہیں اس لیے واضح ہے
 کہ قلم میں داخل ہونے سے پہلے نور میں کسی قسم کی جانب داری نہیں ہوتی ہے۔
 یہی طبعی نور جس میں کسی قسم کی تقطیب مشاہدہ نہیں ہوتی ہے جب
 کیلسائیٹ وغیرہ میں سے گزرتا ہے تو دو مستوی مقطب حصوں میں شق ہو جاتا
 ہے جن کی تقطیب کے مستوی باہم دیگر علی القوائم ہوتے ہیں۔ اس لیے
 طبعی نور کی نسبت ہم تصور کر سکتے ہیں کہ وہ دراصل ایک ایسا مستوی مقطب
 نور ہے جس کی تقطیب کے مستوی کی سمت اچانک اور انتہائی بے قاعدگی
 کے ساتھ جلد جلد بدلتی جاتی ہے۔ یہ تبدیلی ایک ثانیہ میں اتنے مرتبہ واقع ہوتی ہے
 کہ کثرت تعدد کی وجہ سے نور کا کسی خاص سمت تقطیب کے ساتھ رگڑاؤ نہیں پایا جاتا۔
 اسی وجہ سے ڈیٹا انعطاف پیدا کرنے والی قلم میں سے گزرنے کے بعد معمولی
 اور غیر معمولی خیالوں کی حدت تنویر مساوی ہوتی ہے۔ اگر سمت کی اس
 تبدیلی کا تعدد کم ہوتا مثلاً چار یا پانچ ثانیوں میں ایک مرتبہ تبدیلی ہوتی تو وہ خیال
 روشن تر دکھائی دیتا جس کی تقطیب کا مستوی واقع نور کی تقطیب کے مستوی کے
 ساتھ کثر زاویہ بناتا۔ معہذا جب کبھی واقع نور کی تقطیب کا مستوی تبدیل ہوتا تو
 معمولی اور غیر معمولی خیالوں کی حدتوں میں بھی تغیر مشاہدہ ہوتا۔ لیکن کثرت تعدد کی
 صورت میں حدتیں مساوی رہتی ہیں اور اس لیے طبعی یا غیبی مقطب
 نور کی ماہیت کے متعلق یہ تصور مناسب ہے۔
 انعکاس کے ذریعہ مستوی مقطب نور کی پیدا ایش۔

انیسویں صدی کے اوائل میں پیرس کی اکیڈمی (Paris Academy) نے انعام مقرر کر کے نور کے ذیلی انعطافات کی توجیہ کے لیے ریاضی کا نظریہ طلب کیا تو مالوس (Malus) نامی ایک فرانسیسی افسر جو مصر کی مہم سے پیرس کو مینا گیا واپس ہوا تھا اس نظریہ کی تلاش میں مصر رفت تھا کہ اتفاقاً شیشہ میں ایک ان شام کو اس کی نظر آفتاب کے خیال پر پڑی جو قصر لکسمبورگ (Luxembourg Palace) کی ایک کمر کی کے آئینہ میں شعاعوں کے انعکاس سے پیدا ہوا تھا مالوس نے اس خیال کا کیلکسائٹ کی قلم میں سے مطالعہ کیا تو اس کو قلم کی بعض وضعوں میں بجائے دو خیالوں کے صرف ایک ہی خیال دکھائی دیا۔ قلم کو بتدریج گھمانے سے کبھی معمولی خیال قائب ہو جاتا تھا اور کبھی غیر معمولی خیال۔ آتے میں آفتاب غروب ہو گیا اور مالوس نے پانی اور شیشہ وغیرہ جیسی شفاف اشیاء کی سطح پر سے موم بتی کے شعلہ کی شعاعوں کو منعکس کر کر کر کیلکسائٹ کے ذریعہ نور کا امتحان کیا تو معلوم ہوا کہ شعاعیں جب ایک خاص زاویہ پر واقع ہوتی ہیں تو ان کا نور مستوی مقطب ہوتا ہے۔

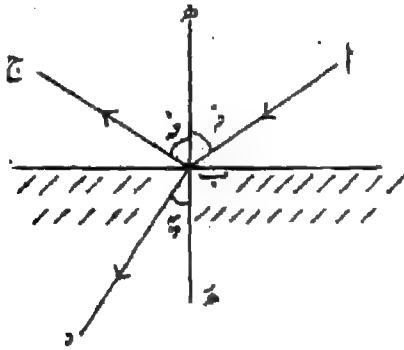
بعد کی تحقیقاتوں سے معلوم ہوا کہ اس طرح خاص زاویوں پر جو پنسل منعکس ہوتی ہے بالکلہ مقطب نہیں ہوتی ہے کچھ حصہ غیر مقطب رہ جاتا ہے۔ علی الخصوص جبکہ انعکاس پیدا کرنے والی شے کا انعطاف نہایت بڑا ہوتا ہے اس خاص زاویہ کو مقطب زاویہ کہتے ہیں۔ کامل تقطیب نہ ہونے کی یہ وجہ ہے کہ انعکاس انگیز سطح پر اس کر غلط بنانے میں یا موسمی اثرات سے یا گرد و غبار کے جم جانے سے ایک کثیر انعطافات نما والی نہ تیار ہو جاتی ہے۔ مالوس کے اکتشاف کے چند ہی سال بعد بروسٹر (Brewster) نے دریافت کیا کہ شفاف مادے کی سطح پر سے مقطب زاویہ پر نور کی پنسل جب منعکس ہوتی ہے تو مقطب زاویہ کا ماس انعکاس و انعطافات پیدا کرنے والے مادے کے انعطافات نما کے مساوی ہوتا ہے۔ اس کلیہ کو بروسٹر کا کلیہ کہتے ہیں۔ اس سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ ایسی صورت میں منعکس اور منعطف شعاعیں باہم دیگر علی التوائے ہوتی ہیں۔ اس لیے کہ اگر نہ مقطب زاویہ

ہو اور یہ زاویہ انعطاف

$$\text{تو جب فہ} = \text{مر جس میں مر} \equiv \text{انعطاف نما}$$

$$\text{اور بروسلر کے کلیہ سے مس فہ} = \frac{\text{جب فہ}}{\text{جہم فہ}} = \text{مر}$$

$$\text{پس جب پہ} = \text{جہم فہ یعنی فہ} + \text{پہ} = \frac{\pi}{2} \quad (\text{ملاحظہ ہو شکل ۹۳})$$



شکل ۹۳

جرینسل اس طرح منعطف ہوتی ہے اس کا امتحان کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس کا بھی کچھ جزو منقطب ہوتا ہے لیکن بہت ہی کم جزو - اور اس کی تقطیب کا مستوی منعکس پنسل کی تقطیب کے مستوی کے علی القوائم ہوتا ہے۔ اگر انعطاف بجائے ایک موٹی سختی میں ہونے کے پتلی پرتوں کے ایک تہہ بر تہہ رکھے ہوئے مجموعہ میں ہو تو منعطف پنسل تقریباً پوری کی پوری منقطب پائی جائیگی - ایسی تقطیب کو سادہ انعطاف کی تقطیب کہتے ہیں۔

مستوی انعطاف سے متعلق تجربے کرنے کے لیے سب سے پہلے اس بات کی ضرورت محسوس ہوتی ہے کہ ایک ہی مستوی میں منقطب نور کی پنسل حاصل

کی جائے۔ انوکاس سے جو تقلیب پیدا ہوتی ہے ایک ہی مستوی میں ہوتی ہے اور اس لیے اس کو تجربہ میں استعمال کر سکتے ہیں۔ لیکن اس میں یہ وقت ہے کہ ہر مقطب منسل کے لیے شیشہ کی ایک تختی کو ایک خاص زاویہ میں گھما کر گھڑا کرنا پڑتا ہے جس کی وجہ سے پیمائش میں چنداں باریکی نہیں حاصل ہو سکتی۔ ڈیٹیلے انعطاف سے جو مقطب منسل میں پیدا ہوتی ہیں ان کو ایک دوسری سے علیحدہ کرنے کے لیے خاص خاص طریقے اختیار کرنے پڑتے ہیں یعنی ایک مقطب منسل کو محفوظ رکھ کر دوسری کو جذب کر دینا پڑتا ہے جیسا کہ نیکول کے منشور کے بیان میں آگے چل کر بتایا جائیگا۔ حسن اتفاق سے ٹرملین (tourmaline) ایک ایسا ڈیٹیلے انعطاف والادھاتی ہے جس کی بعض رنگین قسمیں اگر اس کے محور کے متوازی تراشی جائیں تو معمولی خیال والی منسل کو بالکلیہ جذب کر دیتی ہیں اور اس طرح صرف غیر معمولی خیال والی منسل خارج ہوتی ہے۔ ایسی تراشی ہوئی تختیوں کو حلقوں میں بٹھا کر ایک دوسری کے متوازی ترتیب دے سکتے ہیں۔ حلقے اپنے مستوی میں حسب ضرورت گھمائے جاسکتے ہیں جس کی وجہ سے قلموں کے محوروں کے مابین حسب درخواست زاویہ پیدا کیا جاسکتا ہے۔

مہر دست ہم کیلسائیٹ کے ڈیٹیلے انعطاف پر مزید بحث کریں گے اور ہویگنز (Huygens) کے ناصیہ موج کے طریقہ سے بتائینگے کہ یہ قسمیں جب باعتبار محور خاص خاص وضعوں میں تراشی جاتی ہیں تو ان میں کس طرح نور کی اشاعت ہوتی ہے۔ پہلے صدر مستوی کے مفہوم کو مزید عمومیت دی جاتی ہے۔ اس کی ضرورت ہمیں کہ وہ قلم کے مناظری محور میں سے گزرنے والے اور انشقاق سے پیدا ہونے والی کسی سطح کے علی القوائم مستوی میں واقع ہو یہ وہ مستوی جو مناظری محور میں سے گزرتا ہو اور قلم کو کاٹ کر جو کوئی بھی مستوی سطح تیار کی جاسکتی ہو اس کے علی القوائم ہو صدر مستوی کہلایا جاسکتا ہے۔

جب ایسے صدر مستوی میں قلم کی کسی تراشی ہوئی سطح پر نور کی شعاع واقع ہوتی ہے اور اس شعاع کے وقوع کا زاویہ یکے بعد دیگرے مختلف قیمتیں اختیار کرتا ہے تو معلوم ہوگا کہ محسوساً دو منعطف شعاعیں پیدا ہونگی۔

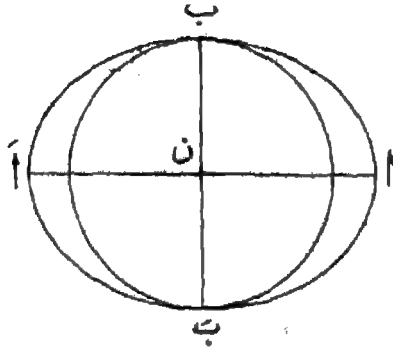
ایک معمولی شعاع ہوگی جو معمولی انعطاف کے دونوں گلیوں کے تابع ہوگی یعنی وہ صدر مستوی میں ہوگی اور اس کے لیے زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف کی جیبوں میں نسبت (مستم) مستقل ہوگی جو سوڈیم کے نور کے لیے ۱۵۸۶۵۸ کے مساوی ہے۔ دوسری یعنی غیر معمولی شعاع صدر مستوی میں تو ہوگی لیکن زاویہ وقوع کی تبدیلی کے ساتھ اس زاویہ اور اس کے متعلقہ زاویہ انعطاف کی جیبوں میں نسبت مستقل نہیں ہوگی۔

چنانچہ ہیگلنڈ نے تجربہ کے ذریعہ بتایا کہ اگر کیلسائیٹ کی قلم کے اندر اس کے کسی ایک صدر مستوی میں کسی نقطہ 'ن' سے (شکل ۹۳) تمام سمتوں میں معمولی شعاعیں پھینچی جائیں تو ان سب شعاعوں کے سرے ایک دائرہ کے محیط پر ہونگے یعنی ناصبیہ موج دائرہ ہوگا اور اگر اُسی نقطہ سے اسی سمتی کے اندر تمام سمتوں میں غیر معمولی شعاعیں پھینچی جائیں تو ان کے سرے ایک قطع ناقص کے محیط پر ہونگے۔ ناقص کا محور اقل دائرہ کے قطر کے ساتھ قلم کے مناظری محور کی سمت میں منطبق ہوگا اس لیے کہ اس سمت میں غیر معمولی شعاع کی رفتار اقل اور معمولی شعاع کی رفتار کے مساوی ہوتی ہے اور اس کے علی التوا 'م' یعنی ناقص کے محور اعظم کی سمت میں غیر معمولی شعاع کی رفتار اعظم ہوتی ہے۔ ناقص کا نیم قطر سمتی اس سمت میں غیر معمولی شعاع کی رفتار کے متناسب ہوتا ہے۔ پس اس قلم کے صدر مستوی کے اندر غیر معمولی ناصبیہ موج قطع ناقص ہوتا ہے جو معمولی ناصبیہ موج کے دائرہ کو مناظری محور ب' ب' کی سمت میں چھوتائے اور جس کا نصف محور اقل دائرہ کا نصف قطر ہوتا ہے۔ ناقص کے نصف محور اعظم اور نصف محور اقل میں نسبت قلم کے غیر معمولی انعطاف نما اور معمولی انعطاف نما کی نسبت کے مساوی ہوتی ہے

یعنی $\frac{ان}{ب'ن} = \frac{م}{م'}$ جس میں م' بھی مستقل ہے اور سوڈیم کے نور کے لیے اُس کی قیمت ۱۵۸۶۵۸ ہے۔

مناظری محور ب' ب' میں سے گزرنے والے تمام سمتوں کے لیے

شکل ۹۴ معمولی اور غیر معمولی ناصبیہ موج کی تعبیر کرتی ہے۔ شکل مذکور کو اگر



شکل ۹۴

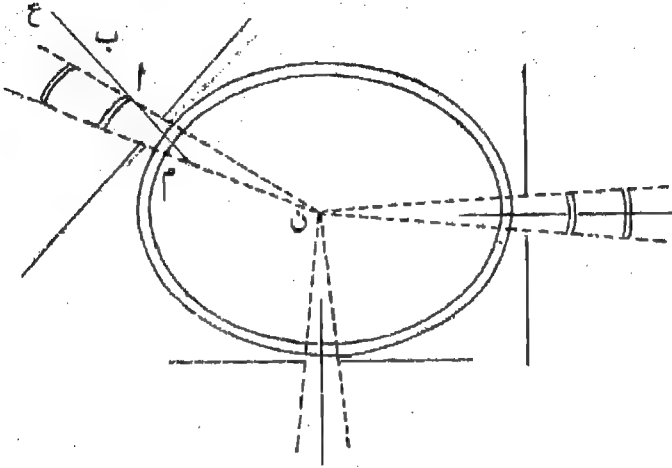
محور ب ب کے گرد گھمایا جائے تو ناقص اور دائرہ عملی الترتیب چپٹا کرہ بنا (Oblate spheroid) اور کرہ تکوین کریں گے۔

پس آئیں لینڈ اسپار (کیلسائیٹ) کی قلم کے اندر اگر کسی نقطہ سے بلا روک نور کی اشاعت ہوتی ہے تو اس کا ناصبیہ موج دوسرا ہوتا ہے ایک کروی اور دوسرا چپٹا کرہ بنائی جو کروی ناصبیہ موج کو اپنے محورِ اقل کے سروں پر مس کرتا ہے اور یہ محورِ قلم کا منافی محور ہوتا ہے۔

غیر معمولی خیال سے متعلق موج کی رفتار

اور شعاع کی رفتار میں امتیاز۔ شکل ۹۵ میں نقطہ ن سے پھیلنے والا ایک کرہ ناصبیہ موج بتایا گیا ہے۔ بیرونی قطع ناقص اندرونی قطع کی دوسری وضع ہے جو تھوڑے سے وقفہ کے بعد صورت پذیر ہوتی ہے۔ واضح ہے کہ شکل ایک کرہ ناخول کو تعبیر کرتی ہے جو نور کی اشاعت کے ساتھ مٹا ہوتا جاتا ہے شعاعیں جو

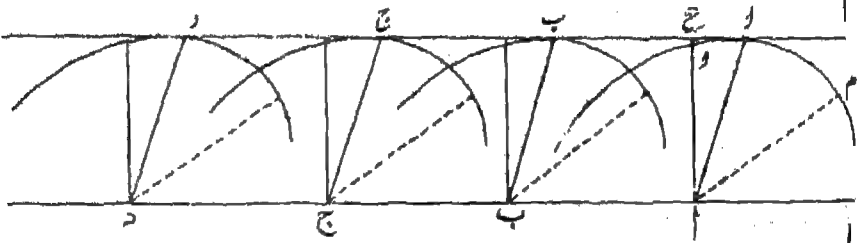
نقطہ ن سے نکل کر ناصیہ موج کے ساتھ آگے کو بڑھتی ہیں عموماً ناصیہ موج کے



شکل ۹۵

علی القوائم گھلیں ہوتی ہیں۔ صرف محور اعظم اور محور اقل کے سروں پر چشم شکل کے نیم قطر سمتی سطح کے علی القوائم ہوتے ہیں۔ چنانچہ نقطہ م پر جو محوروں سے ہٹ کر واقع ہے اگر ایک سوراخ دار پردہ (جس کا مستوی ناصیہ موج کی سطح کو مس کرتا ہے) رکھ دیا جائے تو سوراخ کے اندر سے نور کے ناصیہ موج کا صرف ایک ٹکڑا آگے کو گزرے گا۔ ۱ اور ب اس کی دو وضعیں ہیں جو وہ یکے بعد دیگرے اختیار کرتا ہے۔ م ع سطح پر کے عمود کی سمت ہے جس سے ظاہر ہے کہ ناصیہ موج اس عمود کی سمت میں نہیں بلکہ اس سے ہٹ کر گزرتا ہے یعنی نور کی توانائی جو شعاع کی سمت میں آگے کو بڑھتی ہے علی القوائم ناصیہ موج کے علی القوائم سمت سے منطبق نہیں ہوتی۔ اس امر کو زیادہ وضاحت کے ساتھ سمجھنے کے لیے فرض کرو کہ کیلسائیٹ کی قلم میں ایک مستوی ناصیہ موج پر چند نقطے 'ا' 'ب' 'ج' 'د' وغیرہ واقع ہیں۔ ہو یکنن کے اصول کے بموجب یہ نقطے گہ نما موجوں کے ثانوی سدا

ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۶۔ جس میں سہولت کی خاطر فرض کیا گیا ہے کہ مناظری محور کا غز کے مستوی میں واقع ہے اور 'ا' 'ب' 'ج' 'د' وغیرہ سے جو نقطہ دار خط 'م' وغیرہ کھینچے گئے ہیں، شنائی ناصبیہ موج کے متعلقہ محور اعظم کو تعبیر کرتے ہیں۔ مناظری محور ان نقطہ دار خطوط کے علی القوائم ہیں۔ شنائی موجوں کا لٹاف (envelope) مستوی ناصبیہ موج کی دوسری وضع کو



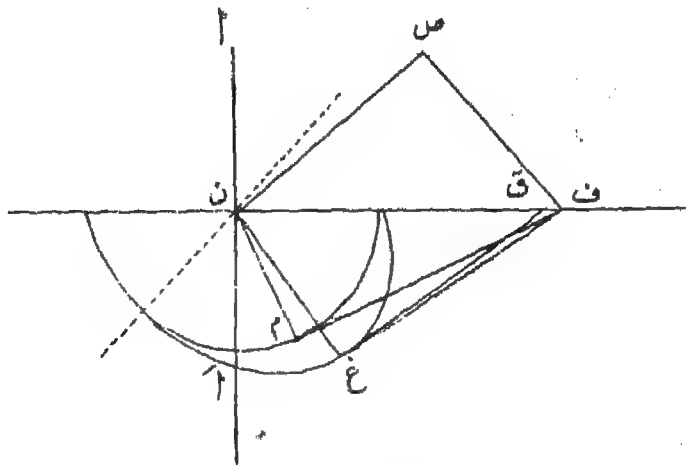
شکل ۹۶

تعبیر کرتا ہے جو شکل میں خط مستقیم 'ا' 'ب' 'ج' 'د' کے ذریعہ انہار کی گئی ہے۔ 'ا' 'ب' 'ج' 'د' 'ا' 'ب' 'ج' 'د' وغیرہ پہلے ناصبیہ موج سے دوسرے ناصبیہ موج کو جانے والی شعاعیں ہیں۔ یہ شعاعیں در حقیقت دو متصل ناصبیہ موج کے درمیانی اقل مناظری راستے ہیں۔ اگرچہ پیمائش سے یہ ظاہر ان ناصبیوں کا عمودی فاصلہ 'ا' و 'ع' سب سے چھوٹا معلوم ہوتا ہے لیکن یہ یاد رکھنا چاہیے کہ مناظری اعتبار سے 'ا' و 'ع' اور 'ا' و 'ع' مساوی ہیں اس لیے کہ ایک ہی نقطہ 'ا' سے نکلے ہوئے نیم قطری سمتیں ہونے کی وجہ سے نور ان فاصلوں کو ایک ہی وقت میں طے کرتا ہے پس واضح ہے کہ عمودی فاصلہ 'ا' و 'ع' جو 'ا' و 'ع' سے زیادہ ہے بھی مناظرًا زائد ہے۔ ناصبیہ موج کے آگے بڑھنے کی رفتار ہی کو دراصل موج کی رفتار تصور کرنا چاہیے۔ چونکہ ناصبیہ موج عمود کی سمت میں آگے کو بڑھتا ہے اس لیے موج کی رفتار کو شعاع کی رفتار کے ساتھ ہی

نسبت ہے جو شکل ۹۶ میں خط ۲ ع کو ۱ ا کے ساتھ ہے۔
 اگر مناظری محور کا غز کے مستوی میں نہ ہو تو شعاعوں ۱ ا، ب، ج، د، والا مستوی ناصیہ موج کے علی القوالم نہ ہوگا۔ یعنی شعاعوں کے سرے ۱ ا، ب، وغیرہ نہ صرف عمود کے سروں ع، وغیرہ کے ایک بازو واقع ہونگے بلکہ عام صورت میں ان کے سامنے یا پیچھے بھی ہٹ جائینگے۔
 کیلسائیٹ کی قلم کی سطح پر سے فور کے مستوی ناصیہ موج کا انعطاف۔ ہوینگنز کے اصول کی مدد سے جس طرح واحد انعطاف والے واسطوں میں منطقت ناصیہ موج کی تعیین کی جاتی ہے اسی کے مائل دیکھے انعطاف والی کیلسائیٹ کی قلم کے اندر جو معمولی اور غیر معمولی انعطافوں سے متعلق دو ناصیہ موج پیدا ہوتے ہیں ان کی بھی تعیین ہو سکتی ہے، قلم کی سطح جس پر ناصیہ موج واقع ہوتا ہے، بلحاظ مناظری محور کسی بھی وضع میں ہو۔ ذیل میں ہم اس کی چند خاص خاص مثالیں حل کر کے بتائینگے جن سے اس اصول کا اسحاق نمایاں طریقہ پر واضح ہوگا اور کیلسائیٹ کے ہر دو انعطاف نماؤں کی قیمتیں معلوم کرنے کے تجربی طریقے بھی آسانی سمجھ میں آسکیں گے۔

(۱) پہلے ہم فرض کر سکیں گے کہ قلم کا مناظری محور واقع ناصیہ موج کے مستوی میں ہے اور قلم کی سطح اور واقع ناصیہ موج کے ساتھ کوئی بھی زاویہ بناتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۷۔ جس میں ن ص واقع ناصیہ موج ہے۔ ن ف قلم کی سطح اور مستوی وقوع کا خط تقاطع ہے اور ن میں گزرنے والا نقطہ دار خط قلم کے مناظری محور کو تعبیر کرتا ہے۔ ص ف واقع ناصیہ موج ن ص کے علی القوالم کہینچا گیا ہے۔ ن ص جیسے جیسے آگے کو بڑھینگا اس کا ن کی طرف کا زیادہ زیادہ حصہ قلم کی سطح سے ٹکرائیگا۔ پس ہوینگنز کے اصول کے بموجب ن ف پر کے نقطے ایکے بعد دیگرے ثانوی مبدا بنتے جائینگے اور ان سے قلم کے واسطہ میں گزری اور گزہ نمائی ناصیہ آگے کو بڑھینگے۔ جتنی دیر میں واقع ناصیہ موج ہوا میں ص سے ف تک

جا پہنچا قلم کے اندر ن سے معمولی نور کی اشاعت $\frac{ن}{ص}$ نصف قطر کی
 کردی سطح پر پھیل جائیگی اور غیر معمولی نور کی اشاعت $\frac{ن}{ص}$ نصف محور اعظم کی
 کرہ نامی سطح پر پھیلائیگی جس کا نصف محور اقل $\frac{ن}{ص}$ ہوگا اور معمولی نور کی



شکل ۹۶

کر دی سطح کو فقط دار خط کے مقام تقاطع پر مس کریگا۔ پس اگر ف سے ان
 سطحوں پر ہم اسی مستوی ف م اور ف غ بھیجے جائیں تو وہ منعطف نور
 کے معمولی اور غیر معمولی ناصیوں کو تعبیر کریں گے۔ اس لیے کہ ن اور ف کے
 بیچ میں قلم کی سطح کے جتنے بھی لفظوں سے نکل کر کروی اور گرد نمائی سطحیں
 قلم کے واسطے پھیلنے لگیں گی ف م اور ف غ علی الترتیب ان سطحوں کو
 بھی اس کریں گے۔ ان حاسوں کو نقطہ ن سے نمائے والے خطوط یعنی ن م
 اور ن غ قائم کے اندر علی الترتیب معمولی اور غیر معمولی منعطف شعاعوں کو
 تعبیر کریں گے جو اہوا میں ن پر کی واقع شعاع سے پیدا ہوئیں۔

شکل ۹ کے ملاحظہ سے واضح ہوگا کہ مماسی خطاف م دائرہ کے نصف قطر
ن م کے علی التوا اعم ہے (جیسا کہ دائرہ کے خواص سے ہونا بھی چاہیے)۔ لیکن

دائرہ نما کا مماسی خط ف غ نقطہ تماس غ کو نقطہ ن سے ملانے والے نیم قطر سمتی ن غ کے ساتھ زاویہ قائمہ نہیں بناتا ہے۔ بلکہ ایک دوسرے خط غ غی زاویہ قائمہ بناتا ہے۔ نقطہ ن سے جو عمود خط ف غ پر گرایا جائیگا وہ اس سے کسی اور نقطہ پر ملیگا۔ فرض کرو کہ یہ نقطہ غ ہے جو شکل میں نہیں بتایا گیا ہے۔

چونکہ ن ص واقع ناصیہ موج ہے اس لیے زاویہ ف ن ص ہوا زاویہ وقوع ہے اور ا ن م قلم میں معمولی زاویہ انعطاف ہے۔

$$\frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{معمولی موج نور کی رفتار قلم میں}} = \frac{\text{جب } \angle \text{ف ن ص}}{\text{جب } \angle \text{ا ن م}}$$

$$\frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{غیر معمولی موج نور کی رفتار قلم میں}} = \frac{\text{جب } \angle \text{ف ن ص}}{\text{جب } \angle \text{ف ن غ}}$$

$$\text{اسی طرح} \quad \frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{غیر معمولی موج نور کی رفتار قلم میں}} = \frac{\text{جب } \angle \text{ف ن ص}}{\text{جب } \angle \text{ف ن غ}}$$

واضح ہو کہ زاویہ ف ن غ غیر معمولی شعاع کے انعطاف کا زاویہ نہیں ہے

بلکہ غیر معمولی ناصیہ موج پر کے عمود کا انعطافی زاویہ ہے۔

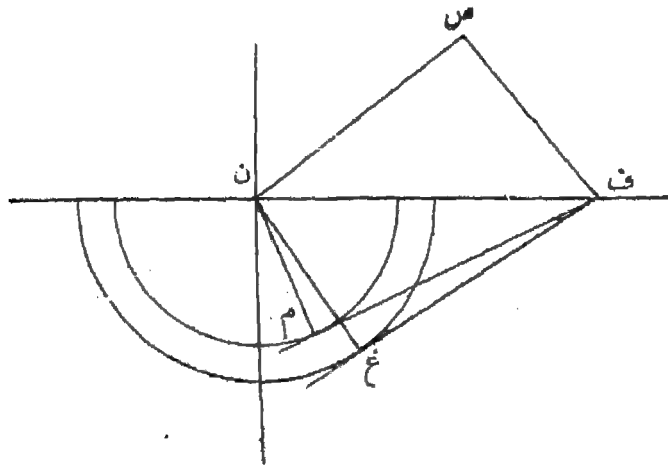
غیر معمولی شعاع کے انعطاف کا زاویہ ف ن غ ہے اور زاویہ وقوع کی جیب اور اس غیر معمولی شعاع کے زاویہ انعطاف کی جیب میں

نسبت $\frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{غیر معمولی شعاع کی رفتار قلم میں}}$ کے مساوی نہیں ہے۔

اگر وقوع کا مستوی قلم کا صدر مستوی نہ ہو یعنی مناطری محور وقوع کے مستوی کے باہر ہو تو مماسی مستوی عام طور پر گڑھ نمائی ناصیہ موج کو وقوع کے مستوی میں مس نہیں کرتا ہے اس لیے غیر معمولی منقطع شعاع وقوع کے مستوی کے باہر ہوتی ہے۔

اگر واقع شعاع اور قلم کا مناطری محور دونوں قلم کی سطح کے علی القوائم ہوں تو چونکہ نور کی اشاعت مناطری محور کی سمت میں ہوگی جس میں معمولی اور غیر معمولی موجوں کی رفتار ایک ہی ہوتی ہے اس لیے دو خیال

نہیں پیدا ہونگے۔ قلم کا عمل نور پر ایسا ہی ہوگا جیسا کہ کسی سادہ شفاف
مثلاً شیشہ کی تختی میں ہوتا ہے۔
(ب) اگر مناظری محور قلم کی سطح میں وقوع کے مستوی کے علی القوام
ہو تو چونکہ قلم کے اندر غیر معمولی ناصبیہ موج گردش کر رہی ہے جس محور گردش
قلم کا مناظری محور ہے اس لیے کڑھ نما کی تراش وقوع کے مستوی میں
دائری ہوگی۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۸۔ پس معمولی منعطف شعاع کی طرح
غیر معمولی منعطف شعاع بھی وقوع کے مستوی ہی میں ہوگی اور اپنے
متعلقہ ناصبیہ موج کے علی القوام ہوگی اور اس کا انعطاف نامستقل اور
مربع کے مساوی ہوگا۔

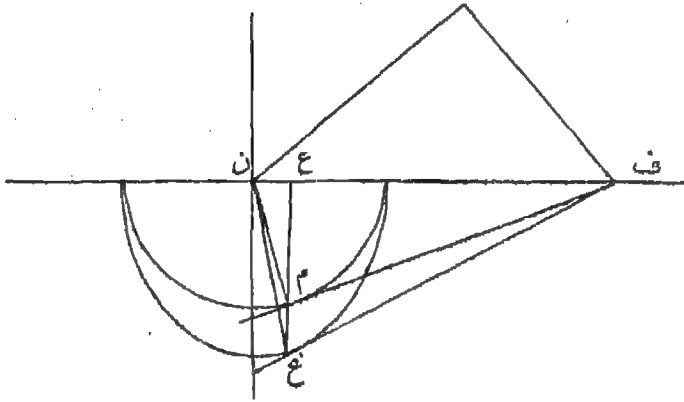


شکل ۹۸

اسی وجہ سے مربع قلم کا غیر معمولی انعطاف نہا کہلاتا ہے اور مربع
اور مربع قلم کے دو صدر انعطاف نہا کہلاتے ہیں۔
(ج) اگر مناظری محور وقوع کے مستوی اور قلم کی سطح میں ہو تو
اس صورت میں بھی غیر معمولی منعطف شعاع معمولی منعطف شعاع کی طرح
وقوع کے مستوی میں ہوگی۔ ملاحظہ ہو شکل (۹۹) جس میں مناظری محور

قلم کی سطح اور وقوع کے مستوی کے خط تقاطع یعنی ن ف سے منطبق بتایا گیا ہے۔ چونکہ نقطہ ف ناقص کے محدودہ محور اقل پر کا ایک نقطہ ہے اور اس سے ف م اور ف غ بالترتیب دائرہ اور ناقص پر مماسی خط کھینچے گئے ہیں، لہذا اذروے خواص ناقص خط غ م ع محور مذکور پر عمود ہے اور

$$\frac{م م}{م غ} = \frac{ع غ}{م ع}$$



شکل ۹۹

شکل سے واضح ہے کہ $\angle ن م ع$ اور $\angle ن غ ع$ بالترتیب معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے انعطاف کے زاویے ہیں اگر ان کو طم اور طمغ سے تعبیر کیا جائے تو

$$\frac{م م}{م غ} = \frac{ع غ}{م ع} = \frac{\frac{ن ع}{م ع}}{\frac{ع غ}{ع ع}} = \frac{مس طم}{مس طمغ}$$

لیکن صد = > ن ف ت اس لیے جب صد = $\frac{ن ت}{ن ت}$ اور
 از روئے کلیۃ العطا ف = $\frac{جب و}{مغ}$ جس میں و ہوا میں زاویہ وقوع
 ہے۔

$$پس مس صد = \frac{جب صد}{جم صد} = \frac{جب صد}{۱ - جب صد}$$

$$\therefore مس طغ = \frac{1}{ب} مس صد = \frac{1}{ب} \frac{جب و}{مغ} = \frac{1}{ب} \frac{جب و}{مغ - ۱ - جب و}$$

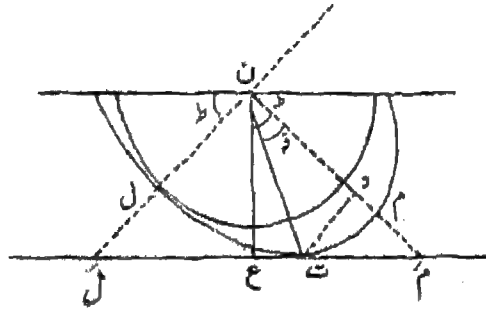
$$= \frac{1}{ب} \frac{جب و}{مغ - ۱ - جب و}$$

$$\text{لیکن } \frac{1}{ب} = \frac{مغ}{ب} \therefore مس طغ = \frac{1}{ب} مس صد = \frac{مغ}{ب} \frac{جب و}{مغ - ۱ - جب و}$$

(صد) فرض کرو کہ واقع مستوی ناصیہ موج قلم کی سطح کے متوازی ہے

اور مناظری محور ن ل واقع مستوی میں قلم کی سطح کے ساتھ زاویہ طہ بناتا
 ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۱۔ معمولی منقطع شعاع کے عمود ن ع سے
 منطبق ہے۔ غیر معمولی منقطع شعاع ن ت ہے جس میں ت گرہ نمائی
 ناصیہ موج کے ساتھ سطح قلم کے متوازی خط ق م ت ع کا نقطہ تماس ہے۔
 ان معمولی اور غیر معمولی منقطع شعاعوں کا درمیانی زاویہ معلوم
 کرنے کے لیے جو اس خاص صورت میں غیر معمولی شعاع کا زاویہ انعطاف
 بھی ہے مناظری محور ن ل کو ل تک آگے بڑھاؤ تاکہ وہ نقطہ تماس
 ت پر کے ماسی خط ت ع سے مل جائے۔ اسی طرح ن ل کے

علی القوام ناقص کا نصف محور اعظم ن م کھینچ کر آگے بڑھاؤ تاکہ



شکل ۱۰۱

ماسی خط مذکور سے م پر مل جائے۔ ن کو مبداء اور ن م اور ن ل کو متحدوں کے محور مانو۔ اگر ت کے متحدو لا اور ما فرض کیے جائیں تو خط ماس کی مساوات $\frac{لا}{ا} + \frac{ما}{ب} = ۱$ ہے۔

زاویہ ع ن م = طہ اور اگر زاویہ مت ن م = فہ تو غیر معمولی شعاع کا زاویہ انعطاف طہ۔ فہ ہے محور لا یعنی ن م پر ت سے عماد ت د گراؤ، تب

مس طہ = $\frac{م ع}{ن ع} = \frac{ن م}{ن ل}$ اور مس فہ = $\frac{ت د}{ن د} = \frac{ا}{لا}$
 مساوات $\frac{لا}{ا} + \frac{ما}{ب} = ۱$ میں ما = لکھنے سے ن م = لا کی قیمت $\frac{ا}{لا}$ برآمد ہوتی ہے۔

اسی طرح مساوات مذکور میں لا = لکھنے سے ن ل = ما کی قیمت

$\frac{b}{a}$ برآمد ہوتی ہے۔

$$\frac{1}{a} \times \frac{a}{b} = \frac{n}{n} = \text{پس مس طہ}$$

$$\text{اور } \frac{\text{مس طہ}}{\text{مس فہ}} = \frac{a}{b} = \frac{m}{m}$$

$$\frac{\text{مس طہ - مس فہ}}{a + b} = \text{لیکن مس (طہ - فہ)}$$

$$= \frac{m - m}{m + m} =$$

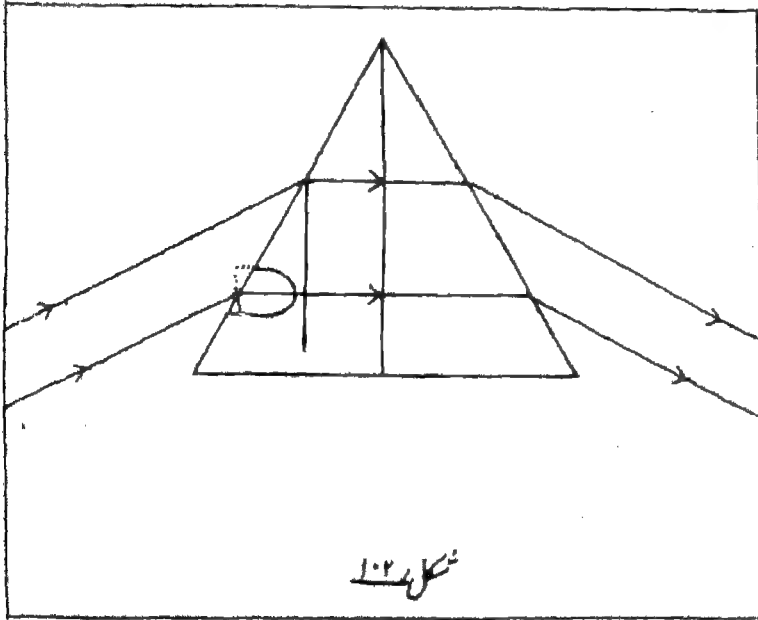
دُئیے انعطاف سے متعلق ہو یگانز کے ہندسی عمل

کی تجربی تصدیق۔ سب سے پہلے مالوس (Malus) نے اس ہندسی عمل کی تجربی تصدیق کی۔ اس کے بعد اسٹوکس (Stokes) اور گلڈبروک (Glazebrook) وغیرہ نے طیف پیماس استعمال کر کے زیادہ صحت کے ساتھ پیمائشیں کیں اور مرصع اور مرصع کی قیمتیں دریافت کیں۔

یہ ثابت کرنے کے لیے کہ معمولی شعاع کا انعطاف اس کے قلم میں سے گزرنے کی سمت کے غیر تابع ہے۔ کیلسائیٹ کی قلم کی مختلف سمتوں میں تراشے ہوئے ایک ہی زاویہ کے پتلے منشور ایک دوسرے پر رکھ کر باہم دیگر جوڑ دیے گئے، اس طرح ہر کہ مساوی زاویہ انعطاف کا ایک مرکب منشور تیار ہو گیا (جس کے انعطافی کنارہ کا طول ان تمام منشوروں کے انعطافی کناروں کا حاصل مجموعہ تھا)۔ اس کو طیف پیماسی مینبر پر رکھ کر جھری کو یک لونی نور سے منور کر کے دور بین میں سے دیکھا تو معلوم ہوا کہ مرکب منشور کے اجزاء اگرچہ مختلف سمتوں میں غیر معمولی خیال

پیدا کرتے ہیں لیکن ان سبھوں سے صرف ایک ہی معمولی خیال حاصل ہوتا ہے۔

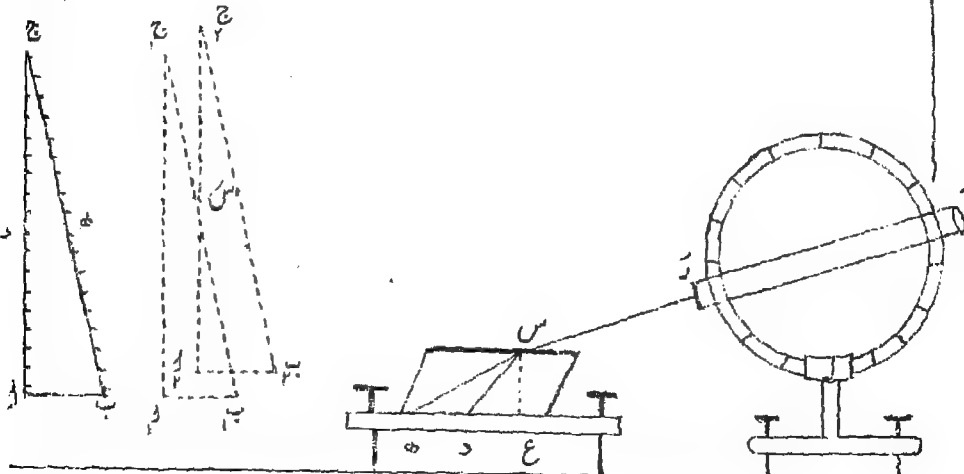
گلیڈ بروک نے کیڈسائیٹ کی قلم سے ایک ایسا منشور تراشا جس کا انعطافی کنارہ قلم کے مناظری محور کے متوازی تھا۔ اس منشور کو لطیف پیمائی کی میز پر اقل انحراف کی وضع میں رکھ کر معروف ضابطہ سے ہم اور صغ کی تعین کی گئی۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۸ جو صورت (ب) سے متعلق ہے۔



قلم سے اگر ایسا منشور تراشا جائے جس میں مناظری محور منشور کے انعطافی زاویہ کی تنصیف کرتا ہو تو شکل ۹۸ کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ شعاعیں جب اقل انحراف کی حالت میں منشور میں سے گزریں گی مناظری محور کے علی القوائم ہوں گی اور اس لیے معمولی نور کی طرح منعطف ہوں گی۔ پس ایسے منشور کو لطیف پیمائی کی میز پر رکھ کر یکے بعد دیگرے معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے اقل انحراف کی وضع ترتیب دی جائے تو معروف ضابطہ سے ہم اور صغ کی قیمتیں دریافت ہو جاسکتی ہیں۔

مالوس نے لینف پیمائی کی ایجاد سے پہلے صورت (ج) کے منظر و حالات کے تحت جو کیفیت پیدا ہوتی ہے (ملاحظہ ہو شکل ۱۰۲) اس کے نتائج کی تصویر لینی کی۔ مالوس کے تجربہ کا خاکہ شکل ۱۰۳ میں بتایا گیا ہے۔

اوج اور ب ج دو درجہ دار پیمانے ہیں جو ایک محلی فوادی تختی پر کندہ کیے گئے ہیں اور ایک دوسرے سے بہت چھوٹے زاویہ پر رائل ہیں۔ کیلسائیٹ کی ایک موٹی قلم جس کی سطحیں مناظری محور کے متوازی تراشی گئی ہیں اس پیمانے دار تختی پر ایسی وضع میں رکھ دی جاتی ہے کہ قلم کی صدر تراش پیمانہ اوج کے علی القوائم ہے۔ پیمانوں کی تختی اور قلم ایک متوازی الافق دائرہ پر رکھے جاتے ہیں جس کی پیچیدار ٹیکنوں کو حسب ضرورت ادبجایا کرتے ہیں۔ قلم کی بالائی سطح صحت کے ساتھ افقی بنائی جاسکتی ہے۔ قلم کی بالائی سطح کو اب اگر دور بین لر میں سے دیکھا جائے تو اوج اور اب ج پیمانوں کے دو دو خیال دکھائی دینگے۔ ان کو شکل میں اوج، اب ج اور ب ج، ب ج سے تعبیر کیا گیا ہے۔ عموماً ب ج کا کوئی ایک نشان اوج کے کسی ایک نشان سے منطبق پایا جائیگا۔ فرض کرو کہ



شکل ۱۰۳

یہ نشان س ہے۔ واضح ہے کہ س پیمانہ ارج کے کسی نشان د کا خیال ہے اور ساتھ ہی پیمانہ ب ج کے کسی نشان د کا بھی۔ یہ نقطہ جب دور بین میں سے دکھائی دیکھا تو دور بین کا محور قلم کی سطح کو کسی نقطہ س میں قطع کریگا۔ نشان د اور د جو باہم دیگر منطبق نظر آتے ہیں پیمانوں پر پڑھ لیے جاتے ہیں اور فاصلہ د پیمائش کے ذریعہ دریافت کر لیا جاتا ہے۔ اگر قلم کی موٹائی س ع کوٹ سے تعبیر کیا جائے تو

$$د = د ع - د ع = د ع (مس طغ - مس طم)$$

لیکن مس طم معلوم ہے اس لیے کہ زاویہ وقوع انتصابی خط اور دور بین کے محور ر س کا زاویہ میلان ہے۔ اور جب و = د ع جب ط ع جس میں و زاویہ وقوع ہے۔ پس طم کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے اور مندرجہ بالا ضابطہ سے طغ کی قیمت بھی دریافت ہو جاتی ہے۔ حالوں کے تجربہ سے معلوم ہوا کہ اس طرح طغ کی جو قیمت برآمد ہوئی ہوگی گنز کے ہندسی عمل والے ضابطہ

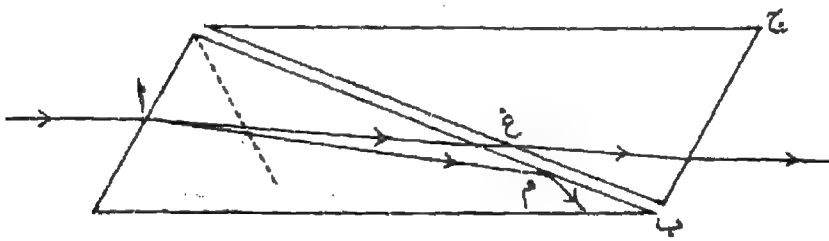
$$مس طغ = \frac{مس طغ}{مس طم}$$

سے حاصل کی ہوئی قیمت کے مساوی ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ غیر معمولی نور کے ناصیہ موج کی وہ تراش جو مناظری محمد میں سے گزرتی ہے قطع ناقص ہے اور چونکہ ناصیہ موج ایک گردشی سطح ہے اس لیے وہ ایک کرہ نما ہے جس کے نصف محور اعظم و اقل ۱ اور ب ہیں۔

حالوں نے صورت (د) کے مظہرہ حالات کے تحت بھی جو کیفیت پیدا ہوتی ہے (ملاحظہ ہو شکل منٹا) اس کے نتائج کی تصدیق کی ہیں ہوگی گنز کے قیاس یعنی غیر معمولی ناصیہ موج کے گردشی کرہ نما ہونے کے متعلق مزید ثبوت ہم پہنچتا ہے۔

مسٹوی مقطب لور کی پیدا آتش اور اس کے

۱ امتحان کے ذریعہ۔ جیسا کہ قبل میں بتایا گیا ہے انعطاف اور انعکاس دونوں طریقوں سے مستوی مقطب نور پیدا ہو سکتا ہے اور ان طریقوں سے اس کا امتحان بھی ممکن ہے۔ پہلے ہم انعطاف والے آلات کا ذکر کریں گے اس لیے کہ ان کے ذریعہ تقطیب آسانی کے ساتھ عمل میں آتی ہے اور اس کا امتحان بھی سہولت اور یاریگی کے ساتھ ہو سکتا ہے۔ ان آلات میں سب سے زیادہ مفید اور مشہور نیکول کا ایجا کردہ منشور ہے جو نیکول کا منشور کہلاتا ہے جس کی شکل  میں تو صبح کی گئی ہے۔ یہ دراصل اس لینڈ اسپار یا کیلسائیٹ کی طبیعی قلم ہے جس کے دو متقابل سروں پر کی سطحوں یا پہلوؤں کے کنارے باہم دیگر مساوی اور قلم کے بقیہ کناروں کے ایک ہتائی ہوتے ہیں۔ اس کے بعد قلم کو اس کے ایک کُند (یا "منفرجہ") کوئلے سے دوسرے کُند کوئلے تک سروں کے پہلوؤں کے لیے وتر کے متوازی مستوی میں تراش لیا جاتا ہے۔ اور اس طرح تراشنے ہوئے پہلوؤں کو مجھے کر کے کینڈا بلسان کی پتلی جھلی کے ذریعہ باہم دیگر جوڑ دیا جاتا ہے۔ شکل میں نقطہ دار خط مناسطری محور کو تعبیر کرتا ہے جب شعاع شکل کے مستوی میں



شکل ۱۰۳

نقطہ ۲ پر واقع ہوتی ہے تو چونکہ اس قلم میں معمولی شعاع کا اوسط انعطاف تھا ۱۵۶ اور غیر معمولی شعاع کا اس سے کم (۱۵۹) ہوتا ہے اول الذکر ۲ م بہ نسبت دوسری یعنی ۱ غ کے زیادہ منقطف ہوتی ہے۔ کینڈا بلسان کا اوسط

انعطاف نما ۵۴° ہونے کی وجہ سے غیر معمولی شعاع تو بلسان میں سے گزر کر منشور کے پہلو ب ج کے باہر نکل آتی ہے۔ لیکن معمولی شعاع ۱۸ بلسان پر عموماً ایسے زاویہ پر (۶۹° یا اس سے زائد) واقع ہوتی ہے کہ انعکاس کلی عمل میں آتا ہے اور وہ منشور کے ایک لمبے پہلو سے ٹکرا جاتی ہے جس کو عمداً سیاہ رنگ دیا جاتا ہے تاکہ یہ منعکس معمولی شعاع جذب ہو جائے۔ پس اس طرح صرف غیر معمولی شعاع ہی قلم کے شفاف پہلو سے برآمد ہوتی ہے۔ اور اس لیے قلم کے صدر مستوی کے علی القوائم مقطب ہوتی ہے۔

نیکول کے منشور میں علی العموم مستدق پنسلین ہی استعمال ہوتی ہیں۔ صرف غیر معمولی شعاع کے باہر آنے کے لیے ضروری ہے کہ واقع پنسل کی انتہائی شعاعوں کا درمیانی زاویہ ہوا میں ۲۴° سے زیادہ نہ ہونا چاہیے۔

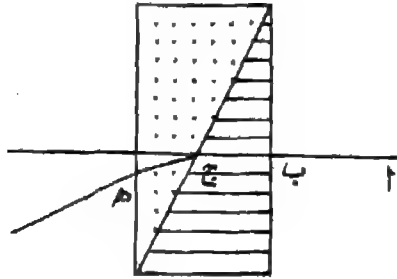
فو کو (Foucault) کا منشور۔ نیکول کے منشور

میں تراشے ہوئے دو اجزاء کو کینڈا بلسان سے جوڑتے ہیں اور فو کو کے منشور میں محض ہوا کی جھلی سے کام لیا جاتا ہے۔ واضح ہے کہ حامل واسطہ کا انعطاف نما جس قدر چھوٹا ہوگا زاویہ فاصل بھی اس کی مناسبت سے چھوٹا ہوگا اور اس لیے کسی دی ہوئی چوڑائی کے ساتھ قلم کا طول بھی کمتر ہوگا۔

ہوا کی حامل جھلی کے لیے معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے فاصل زاویہ علی الترتیب ۳۰° اور ۲۳° ہیں۔ پس اگر اس جھلی پر شعاع کا زاویہ وقوع ان زاویوں کے مابین ہوگا تو معمولی شعاع کلی منعکس ہو جائیگی اور غیر معمولی شعاع منشور میں سے باہر نکل آئیگی۔ لیکن اس منشور میں ایک بڑا عیب یہ ہے کہ ہوا کا انعطاف نما بہت ہی قلیل ہونے کی وجہ سے جھلی پر سے غیر معمولی شعاع کا نور بھی بہت منعکس ہو جاتا ہے اور اس لیے تصویر میں بڑا نقصان واقع ہوتا ہے۔

روشن (Rochoon) کا منشور۔ کیلسائیٹ (بالبور)

کے دو مساوی زاویے والے منشور اس طرح تراشے جاتے ہیں کہ ایک کا انعطافی کنارہ قلم کے مناظری محور کے متوازی ہوتا ہے اور دوسرے کا اس کے علی القوائم۔ اس کے بعد ان سطحوں کو جملے کر کے ان کے انعطافی کناروں کو بالمقابل رکھ کر باہم دیگر ملا دیا جاتا ہے اس طرح پر کہ دونوں کے ملاپ سے ایک قائم متوازی السطوح تیار ہو جاتا ہے۔ - ملاحظہ ہو شکل ۱۰۵۔



شکل ۱۰۵

جس میں اس مرکب منشور کی عمودی تراشش بتائی گئی ہے۔ جزو منشور ب ج میں مناظری محور کی سمت ب ج یعنی واقع شعاع کے متوازی ہے اور جزو ج ہ میں تراشش کے علی القوائم۔ شعاع ا ب جب پہلے جزو کی سطح پر عمود وار واقع ہوتی ہے تو معمولی اور غیر معمولی دونوں شعاعیں بلا تقسیم جوڑ ج تک چلی جاتی ہیں۔ ج پر پہنچ کر معمولی اور غیر معمولی شعاعوں میں پھوٹ واقع ہوتی ہے۔ معمولی شعاع ب ج کی سمت میں بلا انحراف چلی جاتی ہے اور بالآخر مرکب منشور کے مقابل والے کنارے پر سے سیدھی خارج ہوتی ہے۔ لیکن غیر معمولی شعاع جزو منشور ج ہ کے انعطافی کنارے کی طرف منحرف ہوتی ہے اگر منشور کیلکسائیٹ کی قلم کے ہوں اور نہ اس کے قاعدہ کی طرف منحرف ہوتی ہے اگر منشور بلور کے ہوں۔

اگر جزو منشور کا انعطافی زاویہ ا ہو اور ج غیر معمولی شعاع کا زاویہ انحراف تو جوڑ کے پاس چونکہ زاویہ وقوع بھی (ازروے خواص مثلث قائمہ) ا ہے

اس لیے

$$\text{جب } (۱ + ح) = \frac{\text{سغ}}{\text{ب}} = \frac{\text{ل}}{\text{ب}} \quad (\text{جس میں ل اور ب کمرہ خاکہ نصف محور اعظم و نصف محور اقل ہیں})$$

ح عموماً چھوٹا ہوتا ہے اس لیے تقریباً

$$۱ + ح مم ا = \frac{\text{ل}}{\text{ب}}$$

$$\text{پس } \dots\dots\dots ح = \frac{\text{ل} - \text{ب}}{\text{ب}} \text{ مس ا}$$

اگر مرکب منشور کی مقابل سطح پر سے غیر معمولی شعاع کے اخراج کا زاویہ طہ ہو تو

$$\text{جب } ح = \frac{\text{سغ}}{\text{طہ}} = \text{ل} = \text{سغ}$$

اگر ہوا میں رفتارِ نور اکائی مانی جائے۔ لہذا ح = ل جب طہ اور سابقہ مساوات کی رُو سے

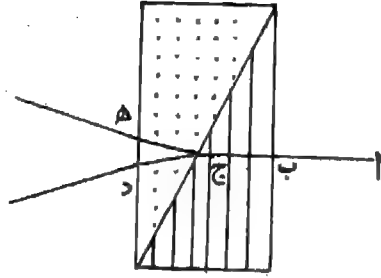
$$\text{جب طہ} = \left(\frac{\text{ل}}{\text{ب}} - \frac{\text{ل}}{\text{ا}} \right) \text{ مس ا} = (ح - ح) \text{ مس ا}$$

چونکہ معمولی شعاع بلا کسی انحراف کے خارج ہوتی ہے اس لیے زاویہ طہ معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے انفریق کو تعبیر کرتا ہے۔

ولیسٹن (Wollaston) کا منشور۔ اس مرکب منشور

میں جزو منشور ب ج کا مناظری محور وقوع کے مستوی میں لیکن واقع شعاع کے علی التوا تم ہے (ملاحظہ ہو شکل ۱۰۶)۔ اور دوسرے جزو میں انعطافی کنارہ کے متوازی۔ اس کے اجزاء بھی روشنیوں کے مرکب منشور کی طرح جوڑ دیے جاتے ہیں۔ شعاع ا ب جب مرکب منشور کے ایک پہلو پر عمود وار واقع ہوتی ہے تو معمولی اور غیر معمولی دونوں شعاعیں بلا انحراف جزو منشور ب ج میں سے گزرتی ہیں لیکن معمولی شعاع کی رفتار کم ہوتی ہے اور غیر معمولی کی سغ۔

جوڑ ج کے پاس پہنچ کر معمولی شعاع غیر معمولی میں تبدیل ہو جاتی ہے اور سمت ج د میں منحرف ہوتی ہے اس لیے کہ دونوں جزو منشور کے صدر مستوی باہم دیگر علی القوائم ہیں۔



شکل ۱۰۶

پس روشنون کے منشور کی طرح معمولی شعاع کے اخراج کا زاویہ طہ مساوات

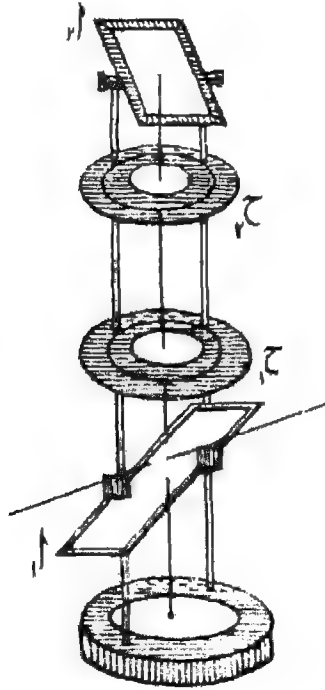
$$\text{جب طہ} = (\text{صم} - \text{صمغ}) \text{ مس ا}$$

سے مستنبط ہوتا ہے۔

جو شعاع پہلے جزو منشور ب ج میں بحیثیت غیر معمولی شعاع گزری تھی جوڑ ج کے پاس پہنچ کر معمولی شعاع ج ھ میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ پس مثل سابق مقابل کے پہلو سے اس شعاع کا زاویہ اخراج بھی وہی زاویہ طہ ہوتا ہے۔ اس لیے معمولی اور غیر معمولی شعاعیں یعنی جب مرکب منشور سے بالآخر خارج ہوتی ہیں تو اس کے پہلو پر کے عمود کے دونوں جانب مساوی زاویوں میں منحرف ہو جاتی ہیں۔ بدین وجہ ولیسٹن کے منشور میں خارج معمولی وغیر معمولی شعاعوں کا انفراق مساوی روشنون کے منشور کے انفراق کا دوچند ہوتا ہے۔ لیکن مختلف طول موج کی شعاعوں کا انحراف مختلف ہونے کی وجہ سے معمولی اور غیر معمولی دونوں خیال رنگین ہوتے ہیں۔ روشنون کے منشور میں صرف غیر معمولی خیال رنگین ہوتا ہے۔

نورس ماہرگ (Norrernberg) کا انوکھا اسی تقطیب کا۔

اس آلہ میں نور کی تقطیب بذریعہ انعکاس عمل میں آتی ہے اور وہ پہلی قلمی تختیوں کے رنگوں اور دائری و ناقصی تقطیب کے معائنہ کے لیے بہت سودمند ثابت ہوا ہے۔ یہ آلہ آسانی کے ساتھ خود عمل ہی میں تیار کر لیا جاتا ہے۔ اس کے لیے صرف دو صاف و شفاف شیشہ کی تختیوں کی ضرورت ہے۔ ایک تختی \perp مقطب آئینہ کا کام دیتی ہے جو دو قبضوں یا چوڑوں کے ذریعہ دو انتصابی سہاروں کے مابین ان کے ساتھ کسی بھی زاویہ پر مائل رکھی جاسکتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل \perp ۔ سہارے ایک مناسب لکڑی کے قاعدہ یا ٹیکن پر نصب کیے ہوتے ہیں۔ آئینہ \perp کے علاوہ سہارے دو دائری حلقوں \perp اور \perp کو بھی سنبھالے رکھتے ہیں۔ \perp حلقہ کے اندر

شکل \perp

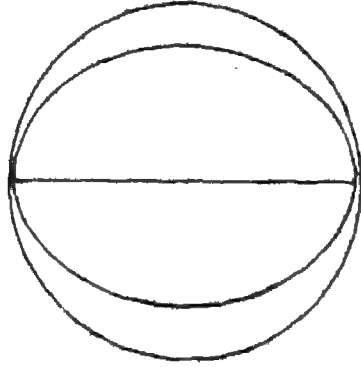
شیشہ کی ایک مدور تختی ہوتی ہے جس پر رکھ کر قلمی تختیوں کا امتحان کیا جاسکتا ہے۔ اور \perp حلقہ میں ایک دوسرا ہم مرکز حلقہ ہوتا ہے جس پر دو چھوٹے

انتصابی چول دار سہاروں کے ذریعہ آئینہ μ استادہ کیا جاتا ہے۔ آخر الذکر حلقہ کو ان سہاروں کی مدد سے انتصابی محور کے گرد حسب ضرورت گھما کر جس وضع میں چاہیں رکھ سکتے ہیں۔ چونکہ اس کے گرد کا حلقہ μ درجہ دار ہوتا ہے اس لیے معلوم کر لیا جاسکتا ہے کہ اندر والا حلقہ کس زاویہ میں گھمایا گیا۔ چول دار سہاروں کی مدد سے آئینہ μ بھی حسب ضرورت انتصابی سمت کے مائل رکھا جاسکتا ہے اور مشترح (analysier) کا کام دیتا ہے۔ اس کی سطح پر سیاہ وارنش کا استر چڑھا ہوتا ہے۔ آلہ کے قاعدہ پر انتصابی سہاروں کے بیچ میں ایک چھوٹا مدور آئینہ رکھا ہوا ہوتا ہے جو نصفضی شبشہ کی تختی سے بنایا جاتا ہے۔

چونکہ انعکاسی تقلیب کے لیے شبشہ کی سطح پر سے نور کا زاویہ وقوع تقریباً 90° ہوتا ہے اس لیے شبشہ μ کا میلان انتصابی خط کے ساتھ 33° ہونا چاہیے تاکہ انتصابی خط کے ساتھ 96° پر مائل واقع شعاعوں کی پینل قاعدہ پر کے آئینہ پر انتصاباً ٹکرائے اور پھر منعکس ہو کر اسی راستہ واپس جاسکے۔ تختی μ چونکہ شفاف شبشہ کی ہوتی ہے پینل اس میں سے گزر کر حلقہ μ کی شبشہ کی تختی میں سے ادا ہو کر جاتی ہے اور بالآخر سیاہ آئینہ μ پر سے منعکس ہو جاتی ہے۔ اب بھی انتصابی خط کے ساتھ 33° زاویہ پر مائل ہوتا ہے۔ پس آئینہ پر نگاہ اگر ایسی وضع میں ڈالی جائے کہ انتصابی خط کے ساتھ 96° زاویہ بنائے تو نور کا جو ابتداء μ سے مقطب ہو کر آیا امتحان ہو سکیگا۔ واضح ہے کہ اب جب μ کے متوازی یا اس وضع سے 80° میں گھما کر رکھا جاتا ہے تو تنویر اعظم ہوتی ہے اور جب 90° یا 270° میں گھمایا جاتا ہے تو تنویر تقریباً صفر ہوتی ہے۔

تختی μ سے منعکس ہو کر مقطب نور زیر امتحان شے میں سے ایک مرتبہ گزرتا ہے اگر شے حلقہ μ کے شبشہ پر رکھی جاتی ہے اور دو مرتبہ اگر قاعدہ پر کے آئینہ پر۔ ثانی الذکر صورت میں دی ہوئی شے کی موٹائی گویا دو چند ہو جاتی ہے۔ بدیں وجہ اس آلہ کو بعض اوقات نور مابلگ کا مضعف یعنی ڈبلر (doubler) بھی کہتے ہیں۔

کیلسیائیٹ کے علاوہ متعدد دیگر محوری قلم پائے جاتے ہیں۔ کیلسائیٹ میں ہم نے دیکھا ہے کہ ہم اپنے معمولی انعطاف نما مرغ (غیر معمولی انعطاف نما) سے بڑا ہے۔ اس لیے اس میں کوئی ناصبیہ موج چپے کر نہائی ناصبیہ موج کے اندر واقع ہوتا ہے اور ان کا صرف ایک مشترک قطر ہوتا ہے۔ اس قسم کی قلبیں مدنی کہلاتی ہیں۔ جن قلموں کا معمولی انعطاف نما ہم ان کے غیر معمولی انعطاف نما مرغ سے چھوٹا ہوتا ہے ان کو مثبت کہتے ہیں۔ بلور یا شفاف گاربتھران کی مشہور مثال ہے۔ ایسی قلموں میں کہ نہائی ناصبیہ موج لمبوتر اور کوئی ناصبیہ موج کے اندر ہوتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل نمبر ۱۸۰۔



شکل نمبر ۱۸۰

جملہ مناظری ایک محوری قلموں میں معمولی شعاع صدرستی میں مقطب ہوتی ہے اور اگرچہ ہم اور مرغ کی قیمتیں طول موج کے ساتھ خفیف سی تبدیل ہوتی ہیں لیکن مناظری محور کی سمت طول موج کے غیر تابع ہوتی ہے۔

دو نیلے انعطاف کی عام صورت - فرینیل کا نظریہ

اب ہم دو محوری قلموں کے دو نیلے انعطاف سے متعلق فرینیل کے نظریہ کا خاکہ بیان کریں گے۔ یہ نظریہ باوجود اس کے تین اصولی نقائص کے دوسرے اور نظریوں سے بہت بہتر مانا جاتا ہے اس لیے کہ اس کے نتائج تجربی واقعات کے ساتھ

بہتر منطبق ہوتے ہیں۔ اساسی نقائص کی وجہ سے مناسب نہیں سمجھا جاتا ہے کہ اس پر تفصیل سے بحث کی جائے اور جملہ ضابطے فریڈل کی طرح ریاضی ہی کے طریقوں سے اخذ کیے جائیں۔ ہماری یہ کوشش ہوگی کہ تجربی واقعات کو پیش نظر رکھ کر سر آر تھر شو سٹڈ (Sir Arthur Schuster) اور آر ڈبلیو ووڈ (R. W. Wood) کے طریقے استعمال کریں اور قلمی مناظر کی ریاضی کو حتی الامکان آسان کریں۔ نور کی موجیں چونکہ عرضی ارتعاش سے پیدا ہوتی ہیں متساوی السموت

(isotropic) واسطوں میں ان کی اشاعت کا ضابطہ $\frac{1}{r}$ کے متناسب ہوتا ہے جس میں r واسطہ کی ٹھیک اور نہ اس کی کثافت ہے۔ دو پیلے انعطاف والے واسطے غیر متساوی السموت ہوتے ہیں اس لیے ان کے متعلق فرض کیا جاتا ہے کہ ان کی ٹھیک r نقل مکان کی سمت کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ ہر ممکن مستوی میں دو ایسی سمتیں ہوتی ہیں کہ جب ارتعاش (یعنی نقل مکان) ان سمتوں میں واقع ہوتا ہے تو r کی قیمت اعظم یا اقل ہوتی ہے۔ اگر ان قیمتوں کو r_1 اور r_2 سے تعبیر کیا جائے تو ان کے متعلقہ نور کی رفتار علی الترتیب

$\frac{c}{r_1}$ اور $\frac{c}{r_2}$ کے متناسب ہوگی۔ اگر ان سمتوں کے علاوہ کسی دوسری سمت میں ارتعاش یا نقل مکان ہو تو نور کی موج کسی درمیانی رفتار کے ساتھ شایع نہیں ہوتی ہے بلکہ نور دو موجوں میں تقسیم ہو کر شایع ہوتا ہے جن کی رفتاریں $\frac{c}{r_1}$ اور $\frac{c}{r_2}$ کے متناسب ہوتی ہیں اور ارتعاش کی

سمتیں باہمی گری علی القوائم ہوتی ہیں۔ جب واسطہ میں سے نور کی موجوں کے سلسلے گزرتے ہیں تو ان کے راستہ کے ذرات اس دو پیلے انعطاف کے زیر اثر فی الواقع خطوط مستقیم میں ارتعاش نہیں کرینگے اس لیے کہ ان کی حرکت ان علی القوائم ارتعاشوں کا جمل ہوگی جو کہ مختلف رفتاروں سے اشاعت پا رہے ہونگے۔ دو پیلے انعطاف سے معمولی وغیر معمولی شعاعیں جب تک

ایک دوسرے سے کمال علیحدہ نہ ہو جائیں۔ ان کے متعلقہ باہم دیگر علی القوائم ارتعاش جیسے جیسے ایک نقطہ سے نقل کر دوسرے نقطہ کی طرف آگے کو بڑھینگے اضعافی ہدایت کی تبدیلی کی وجہ سے خط مستقیم سے بدل کر ناقصی اور دائری شکلیں اختیار کرتے ہوئے مکرر خط مستقیم میں تبدیل ہوتے جائینگے۔

اگر ارتعاش یا نقل مکان کی سمت اعظم یا اقل لچک کی متعلقہ سمت سے منطبق ہو تو واسطہ میں صرف ایک ہی مستوی مقطب مت شائع ہوگی۔

فرض بینیل نے دو نیلے انعطاف والے واسطہ کے نور کی موجی سطح کو ایسی مستوی موجوں کی لاتناہی تعداد کا لغاف فرض کیا جو واسطہ کے ایک دیے ہوئے نقطہ میں وقت واحد میں تمام ممکنہ سمتوں میں پھیلتی ہیں۔ اگر اس دیے ہوئے نقطہ میں سے ہر ممکنہ سمت میں مستویوں کی ایک لاتناہی تعداد تصور کی جائے اور ان مستویوں میں سے ہر مستوی پر اس نقطہ میں سے دو خط مستقیم باہم دیگر علی القوائم اور اعظم و اقل لچکوں کی سمتوں سے منطبق اور نیز ان سمتوں کے متوازی ارتعاشوں کی موجوں کی رفتار اشاعت کے متناسب سمجھے جائیں تو یہ تمام خطوط دیے ہوئے نقطہ پر تنصیف پائینگے اور ان کے سرے ایک ناقص نما (ellipsoid)

سطح پر واقع ہونگے جو لچک کا ناقص نما کہلاتا ہے۔ فرض کر دے اس کی مساوات $z^2 = x^2 + y^2$ ہے جس میں z خلائی رفتار نور ہے متقلل x و y واسطہ کے لچکی خواص سے متعلق ہیں اور لچک کے محوروں کے متوازی ارتعاش کرنے والی موجوں کی رفتاروں کو تعبیر کرتے ہیں۔ ان محوروں کی اس طرح تعریف کی جاسکتی ہے کہ وہ کسی نقطہ پر کی وہ تین سمتیں ہیں جن میں اگر ایقھر کا نقل مکان وقوع میں آئے تو اس کو واپس لانے والی قوت نقل مکان کی سمت کے متوازی ہوتی ہے۔ واضح ہے کہ کسی دیے ہوئے مستوی میں ایسی صرف دو سمتیں ہونگی لیکن فضا میں تین سمتیں ہونگی۔

اگر وقت کی اکائی کو مدت قرار دی جائے جو نور کی موج کو خلا میں اکائی فاصلہ طے کرنے کے لیے درکار ہے تو واضح ہے کہ $z = 1$ اور $z^2 = x^2 + y^2$

اس مساوات میں اگر لا کو صفر کے مساوی لکھیں تو $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{c}$ اور یہ اس ناقص کی مساوات ہے جو مندرجہ بالا ناقص نما شکل کے مستوی مائے کے انقطاع سے بنتا ہے اور جس کے نیم محور $\frac{1}{a}$ اور $\frac{1}{b}$ ہیں۔ اگر نور کی موج میں ارتعاش کی سمت محور ما کے متوازی ہے تو محور لا کی سمت میں ایک مستوی منقطب موج رفتار ب کے ساتھ شائع ہوگی۔ اور اگر ارتعاش کی سمت محور مے کے متوازی ہے تو محور لا ہی کی سمت میں رفتار ج کے ساتھ مستوی منقطب موج شائع ہوگی۔

تسکافیات $\frac{1}{a}$ ، $\frac{1}{b}$ اور $\frac{1}{c}$ واسطہ کے انعطاف نما کے متناظر ہیں اور اس صدر انعطاف نما کہلاتے ہیں۔ سہولت کی خاطر ہم ان کو $\frac{1}{a}$ ، $\frac{1}{b}$ اور $\frac{1}{c}$ سے تعبیر کر کے مساوات کو مندرجہ ذیل شکل میں لکھتے ہیں :-

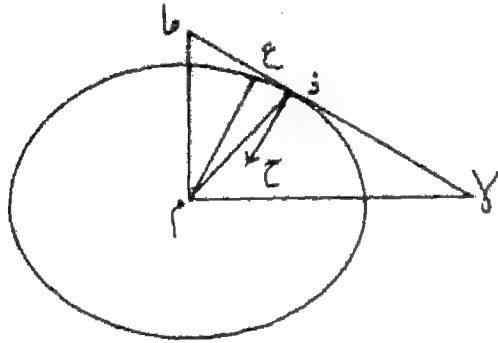
$$1 = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c}$$

واسطہ کے لچکی خواص اس کے ذریعہ مندرجہ بالا ناقص نمائی مساوات عموماً واسطہ کے توجہ کی مدد سے حاصل کی جاتی ہے۔ ذیل میں ہم شو سٹز کے طریقہ سے بتائینگے کہ یہ مساوات کیونکر بہ آسانی حاصل ہو سکتی ہے۔

فرض کرو کہ شکل ۱۹ میں ذاکانی کمیت کا ایک ذرہ ہے جو ایک مرکز م کی طرف قوت $\frac{1}{a}$ سے کھینچا آتا ہے جبکہ وہ محور م لا پر واقع ہوتا ہے اور قوت $\frac{1}{b}$ م سے کھینچا آتا ہے جبکہ وہ محور م حا پر واقع ہوتا ہے۔ اگر محور لا پر امتزاز ہو تو ذرہ کا وقت دوران $\frac{2\pi}{a}$ ہوگا اور اگر محور حا پر امتزاز ہو تو وقت دوران $\frac{2\pi}{b}$ ہوگا۔ اگر ذرہ اس طرح حرکت کرتا ہے کہ اس کے نقل مکان کے اجزاء تحلیل حور م لا اور محور م حا کی سمتوں میں واقع ہوں تو اس پر عمل کرنے والی قوتوں کے اجزاء تحلیل $\frac{1}{a}$ اور $\frac{1}{b}$ مائے ہونگے جن میں لا اور م ذرہ کے محدود ہیں اور حاصل قوت

$$c = \frac{1}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b}}$$

لا و ما کے محوروں کے ساتھ یہ حاصل قوت جو زاویے بناتی ہے ان کی جیب التمام بالترتیب $\frac{لَا}{ح}$ اور $\frac{بِأ}{ح}$ ہے۔ واضح ہے کہ حاصل قوت کی سمت نقل مکان کی سمت نہیں ہے کیونکہ نقل مکان کی سمتی جیب التمام (Direction cosines) علی الترتیب $\frac{لَا}{ط}$ اور $\frac{بِأ}{ط}$ ہیں جن میں ط ذرہ کی نیمقطر سمتی ہے۔



شکل ۱۰۹

حاصل قوت اور ذرہ کے نیمقطر سمتی کا درمیانی زاویہ معلوم کرنے کے لیے ہم ذرہ پر عمل کرنے والی حاصل قوت اور محور کا کے درمیانی زاویہ کو $ع$ سے تعبیر کریں گے اور ذرہ کے نیمقطر سمتی اور محور کا کے درمیانی زاویہ کو $ح$ سے تعبیر کریں گے۔ چونکہ

$$\text{جیب (ع - ح)} = \text{جیب ح} \cdot \text{جیب ع} + \text{جیب ع} \cdot \text{جیب ح}$$

$$\text{اور جیب ع} = \frac{لَا}{ح} \text{ اور جیب ح} = \frac{بِأ}{ح}$$

$$\text{مہذا جیب ع} = \frac{لَا}{ط} \text{ اور جیب ح} = \frac{بِأ}{ط}$$

$$\text{پس جیب (ع - ح)} = \frac{لَا}{ط} = \frac{بِأ}{ط} + \frac{لَا}{ط} = \frac{بِأ^2 + لَا^2}{ط}$$

اور ذرہ پر عمل کرنے والی حاصل قوت کا جزو تحلیلی نیم قطر سمتی کی سمت میں ح جم (ع-ع) یعنی $(\lambda^2 \lambda^2 + \beta^2 \lambda^2)$ ہے۔

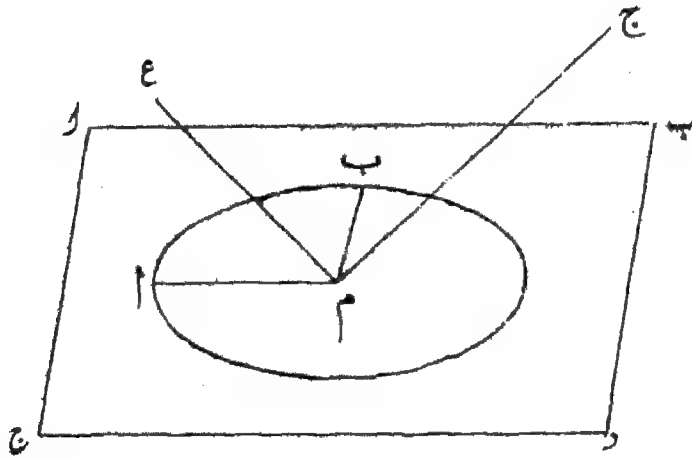
اگر ہم مساوات $\lambda^2 \lambda^2 + \beta^2 \lambda^2 = k^2$ کی شکل کا ناقص کھینچیں جو نقطہ ذ میں سے گزرتا ہو تو چونکہ ذ کے محدود λ^2 ہیں اور اس نقطہ میں سے گزرنے والے خط مماس کی مساوات $\lambda^2 \lambda^2 + \beta^2 \lambda^2 = k^2$ اور اس مقام پر کے عماد کی مساوات $(\lambda^2 - \lambda^2) \beta^2 \lambda^2 = (\lambda^2 - \lambda^2) \lambda^2$ یعنی $\lambda^2 (\lambda^2 - \lambda^2) = (\lambda^2 \beta^2 \lambda^2) + \lambda^2 \lambda^2 (\lambda^2 - \lambda^2)$ جس سے واضح ہے کہ نقطہ ذ میں سے گزرنے والا عماد λ^2 و λ^2 کے محوروں کے ساتھ جو زاویے بناتا ہے ان کی جیب التمام باہم $\lambda^2 \lambda^2$ اور $\beta^2 \lambda^2$ کی نسبت رکھتی ہیں اس لیے زیر بحث صورت میں حاصل قوت عمود ع م کے متوازی سمت میں عمل کرتی ہے جو مرکز م سے نقطہ ذ پر کے خط مماس پر گرایا جاتا ہے۔ حاصل قوت کا جزو تحلیلی نیم قطر سمتی کی سمت میں λ^2 ہے اور قوت فی اکائی فاصلہ λ^2 ہے۔ پس اگر ذرہ نیم قطر سمتی م ذ پر حرکت کرنے پر مجبور کیا جائے تو اس کا وقت دوران $\frac{2\pi}{\lambda^2}$ ہوگا۔ چونکہ نسبت λ^2 صرف م ذ کی سمت کے تابع ہے جو نتیجہ اخذ کیا گیا ہے کہ کسی خاص قیمت کے غیر تابع ہے۔

اگر یہ تحقیق بجائے دو ابعاد کے تین ابعاد سے متعلق کی جائے اور محور م ی کی سمت میں کشش کا جزو ترکیبی ج ی مانا جائے تو بھی وہی نتیجہ برآمد ہوتا ہے اور قوت کا جزو ترکیبی جو کسی بھی نیم قطر سمتی م ذ کی سمت میں فی اکائی طول عمل کرتا ہے λ^2 ہوتا ہے جس میں ط نیم قطر ہے جو سمت م ذ میں محکم ناقص نما (ellipsoid) $\lambda^2 \lambda^2 + \beta^2 \lambda^2 + \gamma^2 \lambda^2 = k^2$ تک کھینچا جاتا ہے۔ کسی مستوی موج کو بغیر تبدیلی اشاعت پانے کے لیے لازمی ہے کہ قوت بازو ہی (restitution) نقل مکان کے متوازی ہو۔ اگرچہ عام طور پر یہ قوت ناصیہ موج کے مستوی میں تک نہیں واقع ہوتی ہے تاہم وہ دو

اجزائے ترکیبی میں تحلیل کی جاسکتی ہے، ایک جزو ناصبیہ موج کے مستوی میں اور دوسرے جزو اس کے علی القوائم - فرینیئل (Fresnel) نے مؤخر الذکر جزو ترکیبی کو بدیں وجہ نظر انداز کیا کہ یہ جزو عرضی موج کی اشاعت میں کچھ بھی مدد نہیں دیتا ہے۔ ناصبیہ موج کے علی القوائم یعنی موج کے طول کی سمت والا نخل جو لچکدار ٹھوس اشیاء میں اس عمودی جزو ترکیبی سے پیدا ہوتا ہے نور کی صورت میں واسطہ (یعنی ایقصر) کے ناقابل بیک ہونے کی وجہ سے ناپید تصور کیا جاتا ہے۔

تو ت کا وہ جزو ترکیبی جو ناصبیہ موج کے متوازی ہے مجسم ناقص نما کے اس نیم قطر مستی کی سمت میں ہوتا ہے جو نقل مکان کی سمت کی مزدوج تراش کے علی القوائم ہے۔ اس بات کو زیادہ وضاحت کے ساتھ سمجھنے کے لیے شکل نمبر ۱۱۱

لاحظہ ہو۔



شکل نمبر ۱۱۱

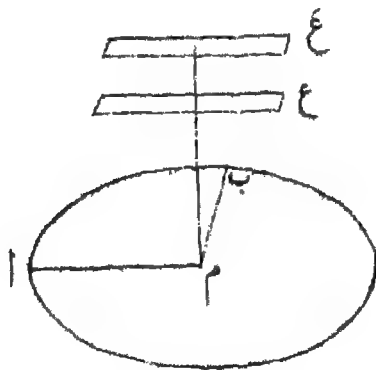
۱ ب ج د نور کی ایک مستوی موج ہے جو قلم کے اندر سے گذر رہی ہے۔ اب نقل مکان کی سمت ہے۔ فرض کیا جاتا ہے کہ مجسم ناقص نما ناصبیہ موج کے اندر کے ایک نقطہ م کے گرد بنایا گیا ہے جو ناصبیہ کو ناقصی تراش میں قطع کرتا ہے۔ نقل مکان ا م کی سمت میں ہے جس کی نسبت ہم

فرض کر لینگے کہ وہ ناقص کا نصف محورِ اعظم ہے۔ اور قوت بازو ہی کی سمت نیم قطر m ع ہے جو مستوی b م ج کے علی القوائم ہے۔ اگر ناصیہ موج پر m ع کا ظل، نقل مکان m ا کی سمت سے منطبق ہوتا ہے تو مستوی a م ع ناصیہ موج کے علی القوائم ہونا چاہیے۔ اور چونکہ m ع عمود وار ہے m ب پر پس m ب عمود وار ہوگا m ا پر۔ یعنی بالفاظِ دیگر m ا اور m ب ناصیہ تراش کے محور ہونگے۔ یہ وہ شرط ہے جو ابتداء ہی میں ہم نے فرض کی تھی۔ اگر نقل مکان کی سمت ناقصی تراش کے محوروں میں سے کسی محور کی سمت نہیں ہے تو بازو ہی کی موثر قوت کی سمت نقل مکان کے متوازی نہ ہوگی اور جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے دو مستوی مقطب نور کی موجیں حاصل ہونگی۔ مجسم ناقص نما کی دو تراشیں دائری ہونگی اور ان تراشوں کے متوازی مستوی موجیں بغیر کسی تبدیلی کے اشاعت بائینگلی اگرچہ جیسا ہم آگے چل کر بتائینگے ان صورتوں میں شعاع نور کی تقسیم ہو سکتی ہے۔ لیکن مجسم ناقص نما کی یہ دائری تراشیں قلم کے مناظری محوروں کے علی القوائم ہوتی ہیں۔ پس بطور اختصار ان امور کو ہم اس طرح بیان کر سکتے ہیں:-

قلم کے اندر کسی بھی دی ہوئی سمت میں اس کے عماد دار مستوی امواج کے دو نظام اشاعت پاسکتے ہیں۔ ان کے متعلقہ ارتزاز ناقصی تراش کے محوروں کی سمتوں میں ہونگے اور اشاعت کی رفتاریں ان محوروں کے طول کے بالعکس متناسب ہونگی۔ لیکن قلم کے اندر دو ایسی بھی سمتیں موجود ہیں جن میں صرف ایک ناصیہ موج اشاعت پاتا ہے اور ان کو واحد موجی رفتار کے محور یا قلم کے مناظری محور کہتے ہیں۔ ان سمتوں میں مستوی موج کی عادی اشاعت کی رفتار ارتزاز کی سمت کے غیر تابع ہوتی ہے، اگرچہ وہ سمت جس میں ناصیہ موج کا ایک محدود حصہ (یعنی شعاع کی سمت) ارتزاز کی نوعیت کے تابع ہوتی ہے۔ اس لیے کہ قلمی واسطوں میں شعاع بالالتزام ناصیہ موج کے علی القوائم نہیں ہوتی ہے۔

اب ہم سطح موج کی شکل کی تحقیق کرنا چاہتے ہیں۔ یہ تحقیق ایک ہندی عمل پر غور کرنے سے کی جاسکتی ہے جو عادی رفتاری سطح کہلاتا ہے۔

عمادی رفتاری سطح۔ قلم کے اندر کسی بھی نقطہ م کے گرد لچک کا جسم ناقص بنایا کرو اور فرض کرو کہ مستوی موجوں کا ایک نظام نقطہ م میں سے تمام ممکنہ سمتوں میں وقت واحد میں گزرتا ہے۔ ہم واقف ہو چکے ہیں کہ قلم عموماً صرف ایک خاص سمت میں مقطب ہتزازوں کو منتقل کرنے کی خاصیت رکھتی ہے اور تمام دوسرے قسم کے ہتزازوں کو دو اجزائے ترکیبی میں تحلیل کرتی ہے جو نامساوی رفتاروں کے ساتھ آگے کو بڑھتے ہیں۔ پس اس طرح نقطہ م میں سے مستوی موجوں کے دو نظام گزرتے ہیں۔ ان موجوں کی مختلف سمتوں میں رفتار معلوم کرنے کے لیے حسب ذیل طریقہ اختیار کیا جاتا ہے۔ فرض کرو شکل III میں نقطہ م میں سے گزرنے والی مستوی موجوں میں سے کوئی ایک موج مجسم ناقص نما کو ناقصی تراشش ۱ م ب میں منقطع کرتی ہے جس کے محور م ۱ اور م ب ہیں۔ نقطہ م پر مستوی کا عماد قائم کرو اور اس پر فاصلے م ع اور م غ ناپ لو جو محوروں م ۱ اور م ب کے بالعکس متناسب ہوں۔ اب اگر ناقصی تراشش کے مستوی کے متوازی لقاط ع اور غ میں سے مستوی کھینچے جائیں تو وہ ان دو موجوں کی وضعوں کو تعبیر کرینگے جو وقت واحد میں (یا ایک ساتھ) نقطہ م میں سے گزری ہیں۔ ان میں سے ایک موج کے



شکل III

متعلقہ ہتھراز محور م ۱ کے متوازی ہونگے اور دوسری موج کے ہتھراز محور م ۲ کے متوازی۔ اب اگر ہم مستوی ۱ م بسا کو نقطہ م کے گرد ہر ممکن سمت میں گھمائیں تو نقاط ع اور ح (جن کی قبل انہیں صراحت ہو چکی ہے) ایک ایسی سطح تیار کریں گے جو دو چادروں پر مشتمل ہوگی اور عمادی رفتاروں کی سطح کہلاتی ہے۔ اس سطح کا کوئی بھی نیم قطر سمتی اس سمت میں اشاعت پائے والی مستوی موج کی عمادی رفتار کی تعیین کرتا ہے۔ چونکہ مستوی ۱ م ب کی دو وضعیوں کے لیے مجسم ناقص نما کی تراش دائری ہوتی ہے اس لیے واضح ہے کہ نقاط ع اور ح منطبق ہو جاتے ہیں جبکہ نور کی موجیں ان تراشوں کے متوازی ہوتی ہیں۔ ذرا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اندرونی چادر بیرونی چادر کے چار نقطوں میں سے کبھی۔ لیکن یہ سطح موجی سطح کے ماثل نہیں ہے اس لیے کہ نو خراذ کر سطح ان تمام مستوی موجوں کے لف کرنے سے پیدا ہوتی ہے جن پر ابھی غور ہوا ہے۔

ان مستویوں کا خاندان مساوات

$$ل + لا + م + ما + ن + نا = ر$$

سے تبصیر کیا جاتا ہے، جس میں ل، م، ن اس سمت کی سمتی جویب التمام ہیں جس میں موج رفتار (ر) کے ساتھ سفر کرتی ہے۔ یہ رفتار (ر) خود ل، م، ن کا ایک تفاعل ہے۔ ہمیں ان مقادیر کو باہم دیگر ملانے والے ایک راستہ کی ضرورت ہے۔

اگر سمت ل، م، ن (یعنی وہ سمت جس کے جویب التمام ل، م، ن ہوں) میں اشاعت کی رفتار (ر) ہو تو موجی سطح مستویوں ل + لا + م + ما + ن + نا = ر کا لٹاف ہے جس میں ل، م، ن مقادیر ل، م، ن کا وہ تفاعل ہے جس کی ذمہ داری ہم معلوم کرنا چاہتے ہیں۔ اگر (ل، م، ن) متناظر ہتھراز کی سمت کے جویب التمام ہیں تو

$$ل + لہ + م + مہ + ن + نہ = -$$

فریڈیل کے قرار دادہ اصول کے لحاظ سے فوراً یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ بازو ہی کی قوت (ل، لہ، م، مہ، ن، نہ) فی اکائی نقل مکان، معادل ہے

ایک قوت را کے جس کی سمت (لہ منہ) ہے مع ایک اور قوت ف کے جس کی سمت (ل م ن) ہے۔
محدد محوروں کے متوازی تحلیل کرنے سے مساواتیں

$$ل ف = ل' ل' - ر' ل' م ف = ب' م - ر' م' ن ف = ج' ن - ر' ن$$

حاصل ہوتی ہیں۔ یعنی

$$ل = ل' \frac{ل ف}{ل' ل' - ر' ل' م} = م' \frac{م ف}{ب' م - ر' م' ن} = ن' \frac{ن ف}{ج' ن - ر' ن}$$

ان کو بالترتیب ل' م' ن سے ضرب دینے سے اور یہ یاد رکھ کر کہ
ل لہ + م مہ + ن نہ = ۰

$$مساوات (۱) \dots ۰ = \frac{ل' ل' ل}{ل' ل' - ر' ل' م} + \frac{م' م م}{ب' م - ر' م' ن} + \frac{ن' ن ن}{ج' ن - ر' ن} = ۰$$

حاصل ہوتی ہے جس کو ہم اب کام میں لائینگے۔

موجی سطح - شکل III والی تراش م ب کی ہر وضع کے لیے

اگر ہم نقاط ع اور غ میں سے تراش مذکور کے متوازی مستوی تیار کریں تو یہ مستویات ایک سطح کو لٹ کر بیٹھنے جو دو چادروں پر مشتمل ہوگی اور اپنی عام صورت کے مدنظر عمادی موجی سطح کے مشابہ ہوگی جس کا ہم نے ابھی ذکر کیا ہے۔ اس وقت جس سطح کی تعریف کی جا رہی ہے حقیقی موجی سطح ہے اور موج کی اس شکل کو تعبیر کرتی ہے جو قلم کے اندر نور کے شایع ہونے سے صورت پذیر ہوتی ہے۔

جو مساوات اس موجی سطح کو لٹ کرنے والے مستوی موجوں کے نظام کو تعبیر کرتی ہے

$$ل لا + م ما + ن نی = ر \dots (۲)$$

جن میں ل' م' ن اور ر مندرجہ ذیل شرائط کے تابع ہیں:-

$$مساوات (۲) \dots ۱ = \frac{ل' ل' ل}{ل' ل' - ر' ل' م} + \frac{م' م م}{ب' م - ر' م' ن} + \frac{ن' ن ن}{ج' ن - ر' ن}$$

آرچیبالڈ اسمتھ (Archibald Smith) نے ۱۸۳۸ء میں موجی سطح کی مساوات اس طرح دریافت کی تھی :- [دیکھو سند مذکور کا فوٹو فیکل میگزین صفحہ ۲۲۵] -
مندرجہ بالا تین مساواتوں کو (ل، م، ن کو متغیر مان کر) تفرق کرنے سے

$$\text{لا فرل} + \text{ما فرم} + \text{ی فرن} = \text{فرر} \dots\dots\dots (۴)$$

$$\frac{\text{ل فرل}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \frac{\text{م فرم}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \frac{\text{ن فرن}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} - \frac{\text{فرر}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} = \dots\dots\dots$$

اگر $\frac{\text{ل}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \frac{\text{م}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \frac{\text{ن}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا}$ کے عوض اختصاراً ک لکھا جائے تو

$$\text{ک} = \frac{\text{ل فرل}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \frac{\text{م فرم}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \frac{\text{ن فرن}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} \dots\dots\dots (۵)$$

اور $\text{ل فرل} + \text{م فرم} + \text{ن فرن} = \dots\dots\dots (۶)$
مندرجہ بالا تین مساواتیں دراصل دو غیر تابع مساواتوں کے معادل ہیں۔
(undetermined multipliers) کے
پس غیر معین ضابروں
طریقے سے تقابلی سطح کی مساوات حاصل کی جاسکتی ہے :-

۱ اور ۲ ایسے دو مقادیر دریافت ہو سکتے ہیں کہ اگر ان سے مساواتوں (۶) اور (۵) کو بالترتیب ضرب دے کر جمع کیا جائے تو محصلہ مساوات کے سر (coefficient) مساوات (۴) کے سروں کے مساوی ہونگے۔

$$\text{پس ل فرل} + \left(\frac{\text{ب}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + ۱\right) \text{م فرم} + \left(\frac{\text{ب}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + ۱\right) \text{ن فرن} = \dots\dots\dots$$

اور چونکہ $\text{لا فرل} + \text{ما فرم} + \text{ی فرن} = \text{فرر}$ =

$$\begin{cases} \frac{\text{ب ل}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \text{ل} = \text{لا} \\ \frac{\text{ب م}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \text{م} = \text{ما} \\ \frac{\text{ب ن}}{\text{ر}_ا - \text{ر}_ا} + \text{ن} = \text{ی} \end{cases} \dots\dots\dots (۷)$$

اور ۱ = ب ک ر (۸)

اب ہمیں ۱ اور ب کو سا قط کرنا ہے۔ مساواتوں (۷) کو علی الترتیب ل، م، ن سے ضرب دے کر جمع کر دو تب مساواتوں (۲) (۳) اور (۱) کے ذریعے

ر = ۱ (۹)

مساواتوں (۷) کے مختلف اجزاء کے دونوں جانبوں کے مربعوں کو جمع کرنے سے

ط^۲ = ۱ + ب^۲ ک (جس میں ط^۲ = لا^۲ + ما^۲ + می^۲)

اس کو مساواتوں (۸) اور (۹) کے ساتھ ملائے سے

ب = ب^۲ ک ر = (ط^۲ - ۱) ر

۱ اور ب کی یہ قیمتیں مساوات (۷) میں تعویض کرنے سے

لا = رل + ر(ط^۲ - ۱)ل / (ر^۲ - ط^۲) = رل / (ر^۲ - ط^۲)

یعنی

لا = رل / (ر^۲ - ط^۲) = رل / (ر^۲ - ط^۲)

اسی طرح

ما = رم / (ر^۲ - ط^۲) = رم / (ر^۲ - ط^۲)

اور

می = رن / (ر^۲ - ط^۲) = رن / (ر^۲ - ط^۲)

ان مساواتوں کو علی الترتیب لا، ما، می سے ضرب دے کر جمع کرنے سے ہمیں موجی سطح کی مطلوبہ مساوات 'یعنی

۱ = (لا^۲ / (ر^۲ - ط^۲) + (ما^۲ / (ر^۲ - ط^۲) + (می^۲ / (ر^۲ - ط^۲))

..... (۱۱)

حاصل ہوتی ہے۔

اس سے موجی سطح کی اکائی وقت کے بعد کی وضع دستیاب ہوتی ہے۔

موجی سطح کی تراشیں جو متحدہ مستویوں سے بنتی ہیں۔ قلم کے اندر موجی سطح کی جو شکل ہوتی ہے اس کو ذہن نشین کرانے کا سب سے سہل طریقہ یہ ہے کہ تینوں متحدہ مستویوں سے اس کی جو تراشیں بنتی ہیں ان پر غور کیا جائے۔ اگر مساوات (۱۱) سے نسب نما مذکور دیا جائے تو

$$\begin{aligned} & \text{لا}^2 (\text{ط}^2 - \text{ب}^2) (\text{ج}^2 - \text{ا}^2) + \text{ما}^2 (\text{ط}^2 - \text{ج}^2) (\text{ا}^2 - \text{ب}^2) + \text{ی}^2 (\text{ط}^2 - \text{ا}^2) (\text{ب}^2 - \text{ج}^2) \\ & = (\text{ط}^2 - \text{ا}^2) (\text{ا}^2 - \text{ب}^2) (\text{ب}^2 - \text{ج}^2) \dots \dots (12) \end{aligned}$$

جب لا = ۰ تو

$$(\text{ط}^2 - \text{ا}^2) \{ \text{ما}^2 (\text{ط}^2 - \text{ج}^2) + \text{ی}^2 (\text{ط}^2 - \text{ب}^2) - (\text{ط}^2 - \text{ب}^2) (\text{ب}^2 - \text{ج}^2) \} = ۰$$

یہ دھ جانب کے جملہ کا دوسرا جزو ضربی

$$- \text{ما}^2 \text{ج}^2 - \text{ی}^2 \text{ب}^2 + (\text{ما}^2 + \text{ی}^2) (\text{ب}^2 + \text{ج}^2) - \text{ب}^2 \text{ج}^2 = ۰$$

یعنی $\text{ما}^2 \text{ب}^2 + \text{ی}^2 \text{ج}^2 - \text{ب}^2 \text{ج}^2 = ۰$ میں تحول ہو جاتا ہے۔

پس اس سے واضح ہے کہ (ما ی) والا مستوی موجی سطح کو شکلوں

$$\text{ط}^2 - \text{ا}^2 = \text{لا}^2 + \text{ما}^2 + \text{ی}^2 - \text{ا}^2 = ۰ \text{ یعنی } \text{ما}^2 + \text{ی}^2 = \text{ا}^2 \text{ (اس لیے کہ لا} = ۰ \text{)}$$

$$\begin{aligned} & \text{مانا گیا ہے) اور } \frac{\text{ا}^2}{\text{ج}^2} + \frac{\text{ی}^2}{\text{ب}^2} = ۱ \text{ میں منقطع کرتا ہے۔} \\ & \text{پہلی مساوات ۱ نصف قطر والے دائرہ کی ہے اور دوسری ج اور ب نصف} \end{aligned}$$

نوروں والے ایک ناقص کی جو بالکل یہ متذکرہ بالا دائرہ کے اندر واقع ہے۔ دیکھو شکل مثلاً۔

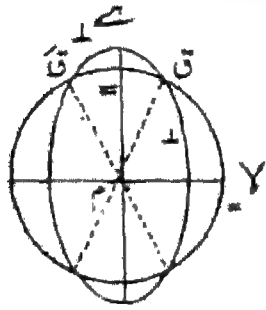
جب ما = ۰ تو مساوات (۱۲)

$$(ط - ب) = \{ (لا - ج) + (ی - ط) - (ط - لا) - (ط - ج) \} = ۰$$

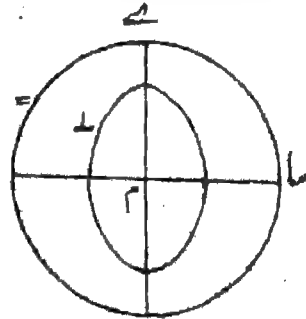
میں تحویل ہو جاتی ہے۔
اور سیدھے جانب کے چلے کا دوسرا جزو ضربی مختصر ہو کر لا + ی - ج - لا = ۰
بن جاتا ہے۔ پس مستوی (ی لا) موجی سطح کو
 $لا + ی = ب$

اور $\frac{لا}{ج} + \frac{ی}{ط} = ۱$ شکلوں میں منقطع کرتا ہے۔ جن میں سے

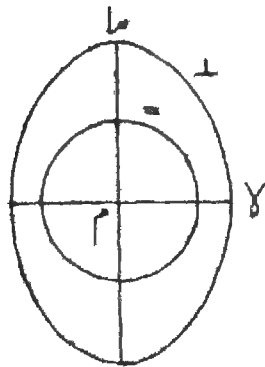
اول الذکر نصف قطر کا ایک دائرہ ہے اور دوسرا قطع ناقص جو ایک دوسرے
کے ساتھ چار نقطوں میں متقاطع ہیں۔ دیکھو شکل ۱۱۳۔



شکل ۱۱۳



شکل ۱۱۲



شکل ۱۱۴

جب ی = . تو مستوی (لا م) موجی سطح کو
دائرہ لا + ما = ج

اور قطع ناقص $\frac{لا}{ب} + \frac{ما}{ا} = ۱$ میں منقطع کرتا ہے۔ ان میں سے
دائرہ بالکلیہ ناقص کے اندر واقع ہے۔ دیکھو شکل ۱۱۳۔
ان تینوں صورتوں میں تقطیب کی سمت لچک کے مجسم ناقص نما
سے معلوم کر لی جاسکتی ہے۔ چنانچہ متذکرہ بالا تین شکلوں میں اس کی
صرحت کر دی گئی ہے۔ علامت ۱ سے یہ مراد ہے کہ نور شکل کے
مستوی کے علی القوائم مقطب ہے اور علامت = سے مراد ہے کہ نور
شکل کے مستوی میں امقطب ہے۔

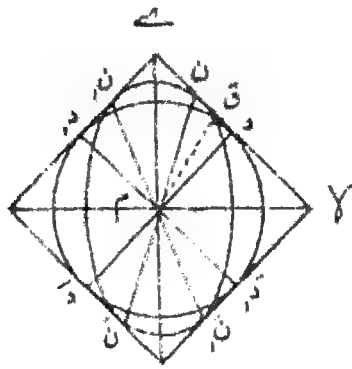
پس موجی سطح دو چادروں پر شکل ہے جو صرف چار نقطوں (و، ز، ث اور ح)
میں باہم دیگر متقاطع ہوتے ہیں اور کسی دوسرے میں نہیں۔ دیکھو شکل ۱۱۳۔
یہ نقطے بداء م میں سے گزرنے والے دو خطوط مستقیم م ق، م ق پر واقع
ہوتے ہیں جو واحد شعاعی رفتار کے محور کہلاتے ہیں۔ واضح ہو کہ یہ خطوط
قلم کے مناظر ہی محسوسوں سے بالکل مختلف ہیں۔

جب نور کی موج دو محوری قلم کی سطح پر منعطف ہوتی ہے تو منعطف شعاع
اور ناصبیہ موج موجی سطح سے ہو گئیں کے عمل سے ایسا ہی دریافت کر لیے
جاسکتے ہیں جیسا کہ یک محوری قلم کی صورت میں ممکن ہے۔ لیکن دو محوری قلم
کی صورت میں حالات زیادہ پیچیدہ ہوتے ہیں۔ جیسا کہ قبل ازیں ذکر آچکا ہے
دونوں منعطف شعاعوں میں سے کوئی ایک بھی عموماً وقوع کے مستوی میں
نہیں ہوتی ہے۔

اگرچہ ایک ہی عمارت سے متعلق دونوں موجیں ایک دوسرے کے
علی القوائم مقطب ہوتی ہیں، تاہم کسی وی ہوتی شعاع سے متعلق دو تقطیبی مستویاں
باہم دیگر علی القوائم نہیں ہوتے ہیں الا اس صورت میں کہ شعاع موجی عمارت سے
منطبق ہوتی ہے۔

مناظری محور یا واحد موجی رفتار کے محور۔ ان پر

غور کرنے کے لیے شکل ۱۱۵ ملاحظہ ہو جو شکل ۱۱۴ کی طرح موجی سطح کی 'مستوی' لاے والی تراش کو تعبیر کرتی ہے لیکن اس میں چار ماسی خط دن 'د ن' اور 'د م' 'د ن' بھی کھینچے گئے ہیں جو دائرہ اور ناقص کو علی الترتیب نقاط مذکور میں مس کرتے ہیں۔ یہ خطوط دراصل مستویاں ہیں جو موجی سطح کی چادروں کو مس کرتی ہیں۔ 'مستوی' د ن سطح کی ایک چادر کو نقطہ 'د' میں اور دوسری چادر کو نقطہ 'ن' میں مس کرتا ہے۔ اسی طرح دوسرے 'مستوی' بھی دوسری چادروں کو مس کرتے ہیں۔ د ن نصف قطر م د (= ب) کے علی القوائم ہے۔ اور چونکہ دونوں چادروں کے ماسی مستوی جو نصف قطر م د کے علی القوائم ہیں باہم دیگر منطبق ہیں اس لیے م د مناظری محور ہے۔ اس طرح م د وغیرہ۔



شکل ۱۱۵

سروایم ہیملٹن نے جیسا سب سے پہلے ثابت کیا تھا یہ بتایا جاسکتا ہے کہ مشترک ماسی 'مستوی' موجی سطح کو نہ صرف دو نقطوں 'د' اور 'ن' میں مس کرتا ہے بلکہ ایک دائرہ میں جس کا د ن قطر ہے۔

اس لیے کہ مساواتوں (۱۰) میں پہلی مساوات کو ل سے اور تیسری کو ن سے ضرب دینے سے

$$\left(\frac{ل^۲}{ر^۲ - ج^۲} + \frac{ن^۲}{ر^۲ - ج^۲} \right) ر = \frac{ن ی}{ط^۲ - ج^۲} + \frac{ل لا}{ط^۲ - ج^۲}$$

اگر (ل، م، ن) منافی محور کی سمتی جیوب التمام ہوں تو

$$\frac{ل^۲}{ر^۲ - ج^۲} = \frac{ن^۲}{ب^۲ - ج^۲} \quad م = ۰ \quad \text{اور} \quad ر = ب$$

پس متذکرہ بالا مساوات کے بیدھے جانب کا جملہ $= ر \left(\frac{ل^۲}{ب^۲ - ج^۲} + \frac{ن^۲}{ب^۲ - ج^۲} \right) =$

$$\text{اور} \quad ل لا + ن ی = (ط^۲ - ج^۲) = (ط^۲ - ج^۲) \quad (۱۳) \quad \dots \quad ۰ =$$

اس مساوات میں ل، م، ن، ی ناصیہ موج کے ساتھ سمت (ل، م، ن) میں شعاع کے نقطہ تماس کی تعیین کرتے ہیں۔ نقطہ د پر کے مماسی مستوی کی مساوات

$$ل لا + ن ی = ب = \dots \dots \dots (۱۴) \quad \text{ہے}$$

پس مساواتوں (۱۳) اور (۱۴) کے ملاپ سے

$$ب (لا + ما + ج^۲) - ل ج^۲ لا - ن ج^۲ ی = ۰ \quad \dots \dots \dots (۱۵)$$

جو مقدار میں سے گزرنے والے ایک کرہ کی مساوات ہے۔

پس نقطہ تماس کا طریق مساواتوں (۱۴) اور (۱۵) کی شکلوں یعنی

مستوی اور کرہ کے تقاطع سے تعبیر پایا ہے اور اس لیے ایک دائرہ ہے۔

نقطہ ق پر موجی سطح میں ایک گڑھا واقع ہے۔ مماسی مستوی دن اس کو

پورا ڈھانپ دیتا ہے اور موجی سطح تو اس گڑھے کے گرد ایک دائرہ میں

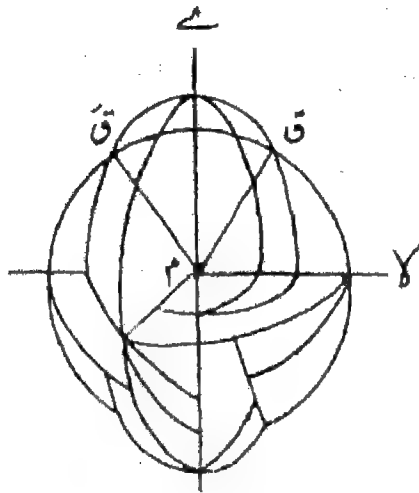
میں کرتا ہے۔ چونکہ شعاع کی سمت مماسی مستوی کے نقطہ تماس سے معین

ہوتی ہے، اس لیے صورت زیر بحث میں مبداء کو دائرہ سے ملانے والی

شعاعوں کی تعداد نا متناہی ہے اور وہ ایک مخروط کی سطح پر واقع ہوتی ہیں۔

پس نقطہ م سے شعاعوں کا ایک کھوکھلا مخروط منفرج ہوگا جو مماسی دائرہ کے

محیط میں سے گزرے گا۔ اس کا نام مخروطی انعطاف (conical refraction) رکھا گیا ہے۔



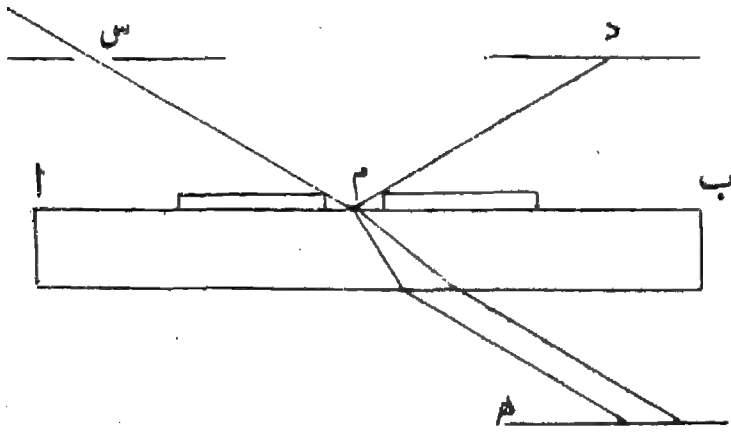
شکل ۱۱۶

فرینیل کی موجی سطح کی تراشیں مزید وضاحت کے لیے شکل ۱۱۶ میں بتائی گئی ہیں۔

اندرونی و بیرونی مخروطی انعطاف - سرولیم میلٹن

نے اپنا یہ نظری نتیجہ تجربی تصدیق کی غرض سے ڈاکٹر لائیڈ (Lloyd) کے پاس پیش کیا۔ اس نے اراگونائٹ (aragonite) قلم کی ایک تختی لی جس کے پہلو مناظری محورین کے منصف کے علی القوائم تراشے گئے تھے۔ یعنی محدودی مستوی لا ما کے متوازی تھے۔ اس قلم کے تذکرہ والا مخروط کا انقباضی زاویہ نسبت بڑا ہوتا ہے اور رڈ برگ (Rudberg) نے پیشتر ہی سے اس کے صدر انعطاف نماؤں کی کافی صحت کے ساتھ پیمائش کر لی تھی۔

اندرونی مخروطی انعطاف کی تصدیق کے لیے لائیڈ نے دو پردوں کے سہروں میں سے لور کی ایک باریک پنسل کو گزار کر مصرعہ بالا قلم کی تختی میں سے منعطف ہونے دیا (دیکھو شکل ۱۱۴)۔ قلم کی بالائی سطح پر رکھے ہوئے پردہ کو حرکت دینے سے پنسل کا زاویہ وقوع حسب ضرورت بدلا گیا۔ قلم میں سے خارج ہو کر اس کے نیچے کی سطح سے کچھ دور رکھے ہوئے تیسرے پردہ h و h' پر جب منعطف پنسل ٹکرائی تو عموماً دو سفید دھبے (معمولی اور غیر معمولی پنسلوں کے) صورت پذیر ہوئے۔ لیکن ایک خاص زاویہ وقوع ایسا دریافت ہوا کہ پنسل کی اس وضع میں یہ دو دھبے پردہ h پر ایک واحد منور حلقہ کی شکل میں پھیل گئے جس کے اندر کا حصہ تاریک تھا۔ پس اس سے اندرونی مخروطی انعطاف کا نظریہ قطعی طور پر صحیح ثابت ہوا۔



شکل ۱۱۴

اس خاص انعطاف سے متعلق پنسل کا زاویہ وقوع معلوم کرنے کے لیے قلم کی بالائی سطح پر سے واقع پنسل $س$ م کو منعکس کر اگر پردہ $د$ پر روک لیا گیا۔ زاویہ $س$ م $د$ ناپ لیا گیا۔ واضح ہے کہ اسس کا

نسبت مطلوبہ زاویہ وقوع ہے۔ اس طرح پیمائش سے زاویہ کی جو قیمت حاصل ہوئی نظری قیمت سے بالکل یہ منطبق ہوئی۔ ایسا ہی شعاعوں کے اندرونی محروط کا انحصاری زاویہ بھی ناپا گیا تو نظریہ کے ساتھ منطبق پایا گیا۔

واحد شعاعی رفتار کے محوروں کی سمت کی

تعیین - شکل ۱۱۲ یا ۱۱۳ کے معائنہ سے واضح ہے کہ خطوط م ق اور م ق' موجی سطح سے (جیسا کہ قبل ازیں بیان ہو چکا ہے) محروط نما گڑھوں میں ملتے ہیں۔ یہی خطوط واحد شعاعی رفتار کے محور ہیں۔ نقطہ ق یا ق' پر ماسی ستروں کی ایک نائٹاری تعداد کمینچی جاسکتی ہے جو ایک محروط تیار کرتے ہیں جو نقطہ ق یا ق' پر ماسی محروط کہلاتا ہے۔ پس شعاع م ق یا م ق' مستوی موجوں کی ایک نائٹاری بڑی تعداد کے تناظر ہے جو قلم کے اندر مختلف موجی رفتاروں سے لیکن ایک ہی شعاعی رفتار سے سفر کرتی ہے۔

قلم میں اس واحد شعاعی رفتار والی سمت کی آسانی تعین ہو سکتی ہے۔ چنانچہ اگر نقطہ ق شکل ۱۱۳ میں کے محدد لا' ی فرض کیے جائیں اور زاویہ لا م ق = قہ تو

$$\frac{y}{(y^2 + z^2)^{1/2}} = \text{جب ف}$$

چونکہ ق دائرہ (لا' ی = ی' = ب') پر واقع ہے اور ساتھ ہی

$$\text{محور} \left(\frac{y}{y^2 + z^2} + \frac{z}{y^2 + z^2} \right) = 1 \text{ پر آخر الذکر مساوات میں لا' کی قیمت}$$

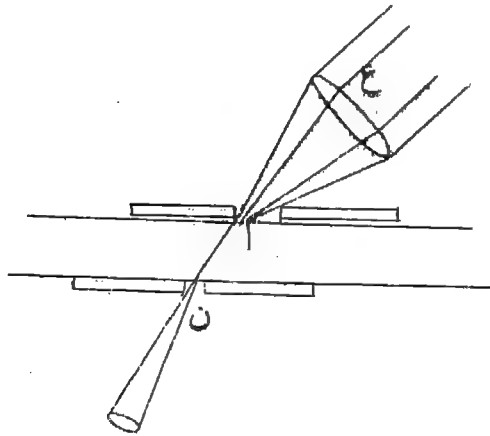
تقریباً کر سکتے ہیں

$$\frac{y}{y^2 + z^2} + \frac{z}{y^2 + z^2} = 1 \quad \therefore y = \left(\frac{1}{z} - \frac{1}{y} \right)^2 \quad \frac{y}{y^2 + z^2} - 1 = \frac{y}{y^2 + z^2}$$

$$\therefore y = \pm \sqrt{\frac{y^2 - z^2}{y^2 - z^2}}$$

$$\text{اس لیے جب فہ} = \frac{y}{b} = \pm \frac{1}{b} \sqrt{\frac{b^2 - j^2}{j^2}}$$

بیرونی مخروطی انعطاف - سرولیم ہیملٹن کے کہنے پر ڈاکٹر لائیڈ نے بیرونی مخروطی انعطاف کی بھی تجربی تصدیق کی۔ اگر اگوانائیٹ کی جس تختی کا قبل ازیں ذکر آچکا ہے اس کی بالائی سطح کے نقطہ م پر (دیکھو شکل ۱۱۸) نور کی ایک مخروطی پنسل ماسکہ پر لائی گئی قلم کی ادھر اور نیچے والی سطحوں پر سہوں والے دو پردے یا دیا فرغے لگا دیے گئے۔ حد سے کمے محور اور نیچے والے پردے کو حسب ضرورت ترتیب دینے سے پردوں کے سہوں کو لگاتے والا خط قلم کے اندر کی واحد شعاعی رفتار کے محور کے ساتھ منطبق کر دیا جاسکا۔ ایسی صورت میں م پر شعاعوں کا جو پورا مخروط واقع ہوا اس میں سے وہ شعاعیں جو ایک خاص کھوکھلے مخروط کے متناظر تھیں اس طرح منعطف ہوئیں کہ ان کی سمت واحد شعاعی رفتار کے محور سے منطبق ہو گئی۔ جب یہ شعاعیں قلم سے نقطہ ن پر خارج ہوئیں تو ایک منور کھوکھلے مخروط کی



شکل ۱۱۸

شکل میں برآء ہوئیں جس کا محور واقع شعاعوں کی پنسل کے محور کا متوازی تھا۔

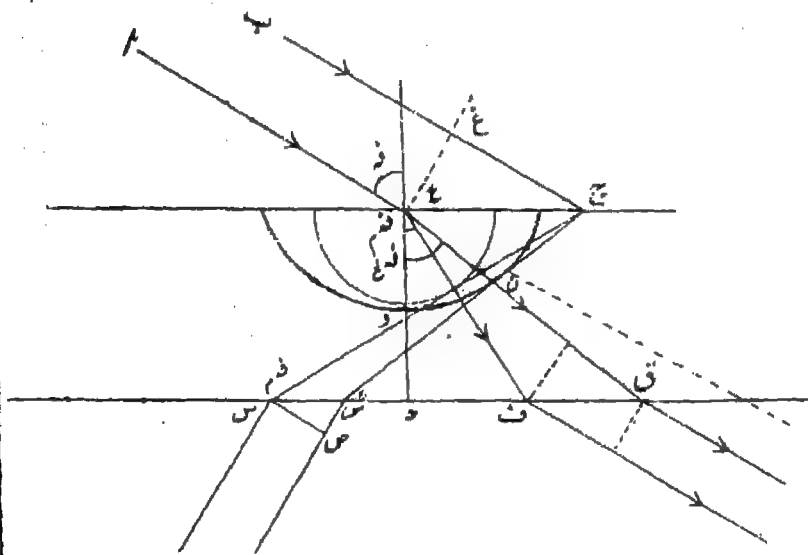
چنانچہ ن کے پاس تختی کے نیچے آنکھ رکھ کر دیکھنے سے ایک منور کھوکھلا حلقہ دکھائی دیا۔

قلمی تختیوں میں مقطب نور کا تداخل - دو نیکول

کے مشوروں کے ماہرین متوازی پہلوؤں والی قلمی تختی میں سے جب نور کی پنسل گزرتی ہے تو علی العموم میدانِ نظر میں دلچسپ شکلیں تیار کرتی ہے۔ ہم پہلے ایک محوری قلم کی تختی سے بحث کریں گے اور بتائیں گے کہ نیکول جب متوازی وضع میں ہوتے ہیں تو تداخل نور سے کسی شکلیں بنتی ہیں اور علی التواضع وضع میں کیسی۔ پنسل متوازی شعاعوں پر مشتمل ہو تو کیا کیفیت مشاہدہ ہوتی ہے اور مستقیم یا متع شعاعوں پر مشتمل ہو تو کیا۔ اگر نور ایک لونی نہ ہو سفید ہو تو اشکال کا کیا رنگ ہوتا ہے۔ چونکہ تداخل کے لیے ضروری ہے کہ معمولی اور غیر معمولی پنسلوں کے راستے مطبق ہوں اس لیے فرض کیا جائیگا کہ قلمی تختی کافی پتلی ہے۔ ایسی صورت میں شعاعیں تقریباً ایک ہی راستہ سے گزریں گی لیکن ان کی رفتاریں مختلف ہونے کی وجہ سے مقطب پنسلوں میں اختلافِ بسبب واقع ہوگا جو تداخل پیدا کریگا۔ سہولت کی خاطر یہ بھی فرض کر لیا جائیگا کہ تختی کی سطحوں پر نور کا بہت کم حصہ انعکاس کی وجہ سے ضائع جاتا ہے۔

شکل ۱۱۹ میں متوازی شعاعوں کی پنسل AC ب ج ایک قلمی تختی پر واقع ہوتی ہے جس کی سطحیں ج ع اور ف من مناظری محور E کے علی التواضع تراشی گئی ہیں۔ اگر تختی شعاع کے حامل نہ ہوتی تو شعاع سیدھی نقطہ دار خط کی سمت میں رفتارِ سہ کے ساتھ چلی جاتی۔ تختی میں معمولی اور غیر معمولی شعاعوں سے متعلق ناصبیہ موج معلوم کرنے کے لیے E کو مرکز مان کر دائرہ اور قطع ناقص بناؤ جو ایک دہ سرے کو نقطہ D پر مس کرتے ہیں اور ج سے ان پر خطوطِ ماس ج م من اور ج ن من کھینچو۔ اگر قلم میں معمولی اور غیر معمولی موجوں کی رفتار میں سہام اور سہام سے تعبیر کی جائیں تو شکل سے ظاہر ہے کہ $سم > سہ > سہم$ ۔

شعاعوں ع م اور ع ن کو ف اور ق تک آگے بڑھاؤ جہاں وہ قلم کی دوسری سطح سے مل جائیں۔ یہاں پہنچ کر شعاعیں ہوائیں واقع پنسل کی ابتدائی سمت کے متوازی منعطف ہو جائیں گی۔ اسی طرح ہوائیں پہنچ کر معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے ناصبیہ موج (ج م اور ج ش) ابتدائی ناصبیہ موج ع غ کے متوازی ہو جائیں گے۔ ان کے مابین تفاوت راہ میں ص ص ہوگا جو ان کا درمیانی عمودی فاصلہ ہے۔



شکل ۱۱۹

س ص = س ش جب نہ = ع د (م م ف س ج - م م ف ش ج) شکل سے واضح ہے کہ ف س ج = ف م اور اگر یہ فرض کیا جائے کہ غیر معمولی موج اور اس کے خط مماس ج ن کا نقطہ تماس و سے زیادہ دور نہیں ہے یعنی زاویہ وقوع نہ کافی چھوٹا ہے تو زاویہ ع ن ش قائمہ تصور کیا جاسکتا ہے۔ اور اس طرح ف ش ج = د ع ن تقریباً پس ف ش ج = ف م تقریباً

اس لیے س ش = ع د (مم فم - مم فم) تقریباً
تختی کی موٹائی ع د کو اگر ٹ سے تعبیر کیا جائے تو
س ش = ٹ (مم فم - مم فم)

$$= \left\{ \left(\frac{\text{جب}^2 \text{ف}^2}{\text{جب}^2 \text{فم}} - \frac{\text{جب}^2 \text{ف}^2}{\text{جب}^2 \text{فم}} \right) - \left(\frac{\text{جب}^2 \text{ف}^2}{\text{جب}^2 \text{فم}} - \frac{\text{جب}^2 \text{ف}^2}{\text{جب}^2 \text{فم}} \right) \right\} \text{ٹ} =$$

$$= \left\{ \left(\text{م}^2 - \text{جب}^2 \text{ف}^2 \right) - \left(\text{م}^2 - \text{جب}^2 \text{ف}^2 \right) \right\} \text{ٹ} =$$

جس میں مم اور م م م علی الترتیب قلم کے معمولی اور غیر معمولی انعطاف نما ہیں۔
قلم کے باہر معمولی اور غیر معمولی ناصیہ پائے موج میں وقت کا تفاوت = $\frac{\text{س ش}}{\text{س م}}$

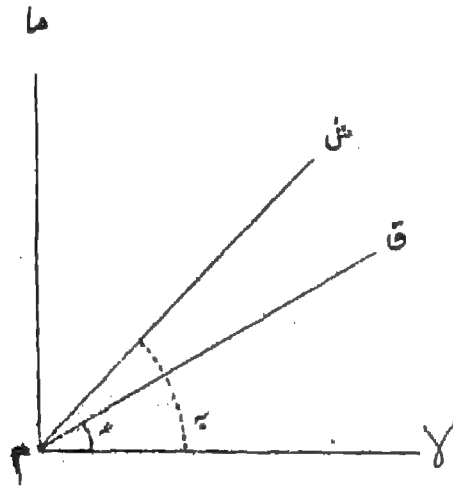
پس ان میں تفاوت ہیئت $\frac{\pi^2}{2} \cdot \frac{\text{س ش}}{\text{س م}} =$
جس میں و = ہوا میں نور کے متعلقہ ارتعاش کا وقت دوران
و س م = طول موج نور (ہوا میں) = ل م

و تفاوت ہیئت $\frac{\pi^2}{2} \cdot \left\{ \left(\text{م}^2 - \text{جب}^2 \text{ف}^2 \right) - \left(\text{م}^2 - \text{جب}^2 \text{ف}^2 \right) \right\} \frac{\text{س ش}}{\text{س م}} =$
یعنی تفاوت ہیئت تختی کی موٹائی ٹ اور زاویہ وقوع ف کا تفاعل ہے۔
واضح ہے کہ اگر تختی پتلی ہو فہ کافی چھوٹا تو معمولی اور غیر معمولی شعاعیں
قلم کے اندر تقریباً منطبق ہو جاتی ہیں۔ اگر اس منطبق راستہ کے طول کول
قرار دیا جائے تو

$$\text{تفاوت ہیئت} = \frac{\pi^2}{2} \cdot \text{ل م} \cdot (\text{م م} - \text{م م})$$

فرض کرو کہ تختی پر واقع ہونے سے پہلے منقطب نور کا محیط ارتعاش اکائی ہے
اور م ق (شکل ۱۲) اس کے تقطیب کا مستوی ہے۔ اگر تختی سے خارج
ہونے پر معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے تقطیب کے مستوی م کا اور م ما
قرار دیے جائیں تو یہ فرض کر کے کہ م ق کا زاویہ میلان م کا کے ساتھ

عہ ہے۔ ان شعاعوں کے حیطہ ارتعاش علی الترتیب جم عہ اور جب عہ ہیں اور رفتاروں کے اختلاف کی وجہ سے ان کے امین اختلاف ہیئت طہ پیدا ہوا ہے۔ اب اگر مشرّح نیکول کی تقطیب کا مستوی م ش مانا جائے اور اس کا زاویہ میلان م لا کے ساتھ بہ تو چونکہ معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے صرف وہی اجزاء ترکیبی اس دوسرے نیکول میں سے منتقل ہو سکتے ہیں جو اس کے مستوی م ش میں معقّب ہوتے ہیں اس لیے ان خارج شدہ شعاعوں کے حیطہ ارتعاش بالترتیب جم عہ جم بہ اور جب عہ جب بہ



شکل ۱۲

ہیں۔ چونکہ ان کا اختلاف ہیئت طہ ہے اس لیے پٹی تختی میں سے نکل کر سمتیوں کے متوازی الاضلاع کے اصول سے ایک واحد شعاع (یا پنسل) بن جاتے ہیں جس کی حدت

$$ح = \text{جم عہ جم بہ} + \text{جب عہ جب بہ} + ۲ \text{ جم عہ جب عہ جم بہ جب بہ جم طہ}$$

$$= (\text{جم عہ جم بہ} + \text{جب عہ جب بہ}) - ۲ \text{ جم عہ جب عہ جم بہ جب بہ} (۱ - \text{جم طہ})$$

$$= \text{جم}^۲ (عہ - بہ) - \text{جب} ۲ \text{ عہ جب} ۲ \text{ بہ جب} ۲ \text{ طہ}$$

اگر نیکول ایک دوسرے کے متوازی ہوں تو $e = b$ اور

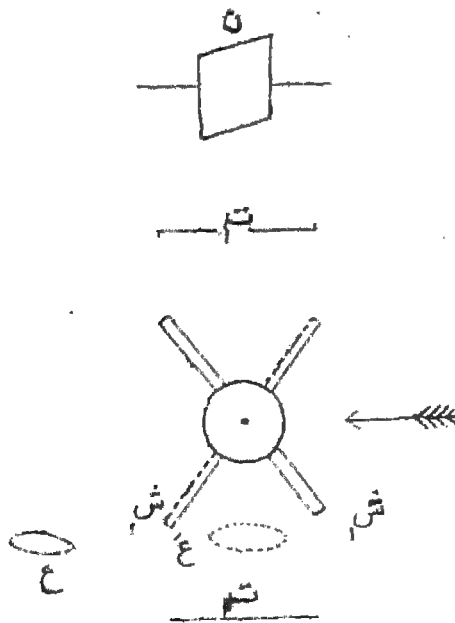
$$c = 1 - \text{جب } e \text{ جب } \frac{\pi}{4}$$

اگر نیکول باہم دیگر علی التواضع ہوں تو $e = b \pm \frac{\pi}{4}$ اور

$$c = \text{جب } e \text{ جب } \frac{\pi}{4}$$

یعنی ان دو وضعوں میں حدیں متمم ہوتی ہیں۔

اب ہم مقطب نور کے تداخل سے متعلق چند آسان تجربے بمیان کرینگے جو بغیر کسی دقت کے ہر طالب علم بطور خود کر لے سکتا ہے۔ پیمائش میں چونکہ بڑی باریکی مقصود نہیں ہے اس لیے شکل ۱۲۱ والا نوٹر مہرگ کا مضعف بخوبی استعمال ہو سکتا ہے۔ شکل ۱۲۱ میں اس کو ذرا تبدیل کر کے بطور ڈیاگرام کے



شکل ۱۲۱

پیش کیا جاتا ہے۔ ش، ش شیشہ کی مقطب تختیاں ہیں جو افقی محور پر لگائی جاسکتی ہیں۔ تختی جب وضع ش میں ہوتی ہے تو آسمان کی روشنی (یا اگر ایک لونی نور مقصود ہو تو سوڈیم کے شعلہ کی منتشر روشنی) اس پر تقطیبی زاویہ میں واقع ہو کر بعد انعکاس انتصا با اوپر کو جاتی ہے اور سوراخدار تختی سے اس پر جو قلمی تختی رکھی جاتی ہے اس میں سے گزرتی ہوئی مشرح (یا امتحانی) نیکول N میں داخل ہوتی ہے۔ اگر شیشہ کی تختی وضع ش میں ہو تو قلمی تختی نیچے کے آئینہ سے پر رکھی جاتی ہے اور اسی طرح نور کی پنسل اس کی دو چند ٹوٹائی میں سے گزرتی ہے۔

(۱) متوازی شعاعوں کا تجربہ۔ یہ شام میں جب شیشہ کی تختی ش سے منعکس ہوتی ہیں تو ڈیاگرام کے مستوی میں مقطب ہوتی ہیں۔ قلمی تختی میں داخل ہو کر شعاعیں دو پنسلوں میں منقسم ہوتی ہیں جو باہم دیگر علی التوا مقطب ہیں۔ رفتاروں کے اختلاف کی وجہ سے قلم کے باہر آنے پر اگرچہ ان میں تفاوت ہیئت واقع ہوتا ہے لیکن چونکہ ان کی تقطیب کے مستوی مختلف ہیں اس لیے ان کے امین اس وقت تک داخل نہیں ہو سکتا جب تک کہ مشرح نیکول ان کو ایک ہی مستوی میں نہ لائے۔

آنکھ کو قلمی تختی کے اوپر ماسکہ پر لانا چاہیے اور چونکہ اس تختی کی سطح کے مختلف مقامات سے آنے والی پنسلیں پتلی ہوتی ہیں اور تختی آنکھ پر جو زاویہ بناتی ہے وہ چھوٹا ہوتا ہے جو بھی شعاعیں آنکھ میں داخل ہوتی ہیں تختی میں سے عمود وار گزرتی ہیں۔ پس قلمی تختی کی سطح کے ہر نقطہ کے لیے زاویہ تفاوت ہیئت طہ کی قیمت ایک ہی ہوتی ہے۔ اور اگر تنویر ایک لونی ہو تو قلمی تختی یکساں منور نظر آتی ہے۔ اگر واقع نور سفید ہو تو چونکہ زاویہ طہ طول موج کے لحاظ سے بدلتا ہے سفید نور کے مختلف اجزاء ترکیبی مساوی مقدار میں منتقل نہیں ہوتے ہیں اس لیے تختی رنگین نظر آتی ہے۔ یہ رنگ قلمی تختی کی موٹائی کے تابع ہوتا ہے اور سب سے خالص اس صورت

میں پایا جاتا ہے جبکہ نیکول کے منشور ایک دوسرے کے علی القوائم ہوتے ہیں۔

بلویری فائدہ کے ساتھ تجربہ۔ قلمی تختی کی موٹائی کے ساتھ رنگ کی تبدیلی بتانے کے لیے بجائے بالکلیہ متوازی ہیلوؤں والی تختی کے اگر ایک ایسا بلویری فائدہ استعمال کیا جائے جس کی اوپر اور نیچے کی سطحوں کے مابین نصف درجہ کا یا اس سے کم زاویہ ہو اور جس کا مناظری محور اس کے ضلعوں کے متوازی ہو تو مشترح نیکول کو (دیکھ شکل ۱۲) علی القوائم وضع میں لاکر اس کے صدر مستوی کے ساتھ فائدہ کے محور کو ۵۴° زاویہ پر مائل کرنے سے فائدہ کا لھول (یعنی اس کا سب سے لمبا ضلع) رنگین بندوں سے کٹا ہوا نظر آئے گا۔ یعنی رنگین دھاریاں فائدہ کی بارڈر کے متوازی دکھائی دیں گی۔

بلور مثبت قلم ہے۔ سوڈیم شعلہ کے لیے اس کے معمولی انعطاف نما صہ کی قیمت ۵۴۴° ہے اور غیر معمولی انعطاف نما صہ کی قیمت ۵۵۳° ہے۔ ان میں تفاوت ۰.۰۹۱ ہے۔ طول موج کی کمی کے ساتھ یہ تفاوت خفیف سا بڑھتا جاتا ہے چنانچہ بنفشی نور کے لیے اس کی قیمت ۵۵۲° ہے۔ چونکہ نیکولوں کی علی القوائم وضع میں مقطب نور کی حد ح = جب ۲ صہ طہ اور صورت زیر بحث میں ع = ۵۴° اس لیے

$$ح = جب ۲ طہ$$

اور جس وقت طہ = (۱ + ن ۲) π جس میں ن کوئی بھی صحیح عدد ہو

صہ واضح ہو کہ فائدہ کا زاویہ بہت چھوٹا ہونے سے نور کی سمت میں ناقابلِ لحاظ تبدیلی ہوتی ہے لیکن تفاوتِ قیمت میں معتدبہ۔

یہ حدت اقل ہو جاتی ہے

$$\text{پس ضابطہ ط} = \frac{L \pi^2}{\lambda} (\text{ہم۔ مہم}) \text{کی نو سے}$$

$$L = \frac{(\lambda + \frac{1}{\lambda})}{0.091}$$

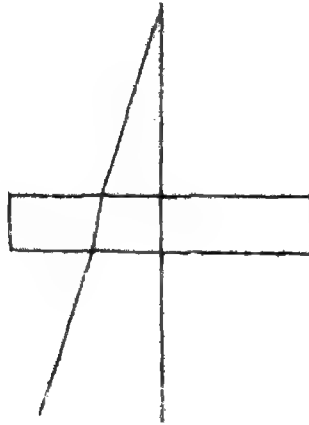
اگر م کی تبدیلی بلحاظ لہ نظر انداز کر دی جاتی ہے۔ اس سے واضح ہے کہ مختلف رنگوں کی اعظم حدت کے مقام مختلف ہوتے ہیں۔ اگر صورت ہذا میں نور سفید نور کے عوض ایک رنگی نور استعمال کیا جائے تو فائدہ کی بارش کے متوازی اس کے طول کے مساوی وقفوں سے روشن اور تاریک پٹیاں یا بند مشاہدہ ہونگے۔ اگر مشرح نیکول ۹۰ زاویہ میں گھمایا جائے تو جو بند پہلے روشن نظر آتے تھے اب تاریک نظر آئینگے اور جو پہلے تاریک تھے اب روشن۔

اگر مشرح نیکول کی وضع برقرار رکھی جائے اور فائدہ کو ایک کامل گردش دی جائے (یعنی ۳۶۰ درجوں میں گھمایا جائے) تو ظاہر ہے کہ زاویہ عہ اور یہ کی قیمتوں میں ۲۲ کا اضافہ ہوتا ہے لیکن ان کا درمیانی تفاوت (عہ۔ بہ) مستقل رہتا ہے۔ ایسی صورت میں جب کبھی جب عہ یا جب بہ کی قیمت صفر ہوتی ہے بند غائب ہو جاتے ہیں۔ یہ عمل فی چکر آٹھ مرتبہ ہوتا ہے۔

مستدق مقطب پنسل کا تجزیہ۔ شکل ۱۲۱۔

کے آلہ کو مستدق پنسل کے ساتھ استعمال کرنا ہوتا ہے تو قلمی تختی تختی مت پر رکھی جاتی ہے اور نیکول ن کو نیچے اتار کر اس تختی کے قریب لایا جاتا ہے۔ آسمان سے نور شیشہ کی تختی پر (جوش وضع میں رکھی ہوتی ہے) گر کر قلم میں سے ہوتا ہوا نیکول اور آنکھ میں داخل ہوتا ہے۔ آنکھ آسمان کے مختلف حصوں کو دیکھنے کے لیے ماسکہ پر لائی جاتی ہے۔

شکل ۱۲۲ میں ع د قلم کا مناظری محور ہے اور آٹھ کا مقام ۱ ہے۔ سمت
د ع ۱ میں سے آنے والی شعاعوں کے لیے تفاوت ہیئت کا زاویہ ط = صفر
د ع ۱ سے گرد قلم کی سطح پر اگر مختلف قطر کے دائرے کھینچے جائیں اور ان کے
ایک ایک محیط میں سے جو شعاعیں مثل ک ق و ۱ متعینہ میدان کی مرکز میں گزریں
ان کے لیے تفاوت ہیئت ط مستقل ہوگا۔ پس ایک ایک رنگ کا ایک ایک
دائرہ مشاہدہ ہوگا۔ اس طرح تداخل نور سے ہر نقطہ پر ایک ہی رنگ والے جو منحنی
بننے میں ہم لوئی منحنی کہلاتے ہیں۔



شکل ۱۲۲

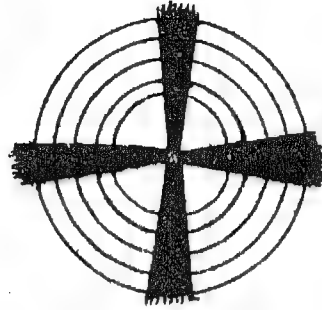
اگر نیکول علی القوائم وضع میں ہو تو نور کی مدت صفر ہوتی ہے جبکہ

جب ۲ = ۰۔ پس ان ہم مرکز رنگین دائروں کے اوپر ایک سیاہ صلیب نما شکل بھی تیار ہوگی
جس کے منسلک غائر لوئی یا بے رنگ منحنی کہلاتے ہیں۔ واقعہ نور جب
ایک لوئی ہوتا ہے تو ہم مرکز دائرے بجائے رنگین ہونے کے علی الترتیب روشنی
اور تاریک دکھائی دینگے (دیکھو شکل ۱۲۳ جو ایک لوئی پنسل کے تداخل سے

متعلق ہے۔ اگر نیکول ن متوازی وضع میں رکھا ہوا ہو تو شکل ۱۲۲ مشاہدہ ہوگی جو شکل ۱۲۳ کی متضمت ہے۔



شکل ۱۲۲



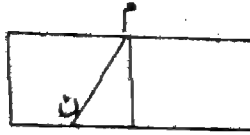
شکل ۱۲۳

قلمی تختی کو شکل ۱۲۱ میں آئینہ ت پر رکھ کر بھی مستحق نسل کے مداخل کا تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ اس کے لیے شیشہ کی تختی کو وضع ش میں پھیرنے کی ضرورت ہوتی ہے اور نیز عدسہ کو وضع غ میں رکھ کر ت کے اوپر ماسکہ پر لانا ہوتا ہے۔

ایک محوری قلموں کی ہم لونی سطحیں۔ فرض کر دو کہ مبدار م جس سے نکل کر نور پھیلتا ہے (شکل ۱۲۴) قلم کی سطح ہی پر واقع ہے۔

معمولی اور غیر معمولی شعاعوں سے متعلق موجوں کو م سے نکل کر ن تک جانے کے لیے علی الترتیب $\frac{m}{s_m}$ اور $\frac{m}{s_m}$ وقت صرف ہوتا ہے اس لیے تفاوت وقت

$$m - \text{وغ} = m \left(\frac{1}{s_m} - \frac{1}{s_m} \right)$$



شکل ۱۲۵

اور تفاوت ہیئت = $\frac{\pi^2}{2} (و - و غ) = \frac{\pi^2}{2} \left(\frac{1}{س} - \frac{1}{س غ} \right)$ م ن
 جس میں و جیسا کہ پہلے ذکر آچکا ہے وقت دوران ہے م۔ س غ
 قلم کے اندر موجی سطح نصف قطرب کے ایک کڑہ اور ایک کڑہ کا
 پرستل ہے جس کا تکوینی منحنی قطع ناقص $ل = ل^2 + ب^2 = ل^2$ ہے۔
 اگر اس منحنی کا ایک نیم قطر سستی س ہو تو رفتار سہم متناسب
 ہے ب کے اور س غ متناسب ہے س کے۔ پس سوٹائی ل کے
 لیے تفاوت ہیئت کا زاویہ

$$\phi = ل \left(\frac{1}{ب} - \frac{1}{س} \right) = ل (م - م غ)$$

اگر قطع ناقص کی مساوات

$$م غ ل^2 + م غ م^2 = ل^2$$

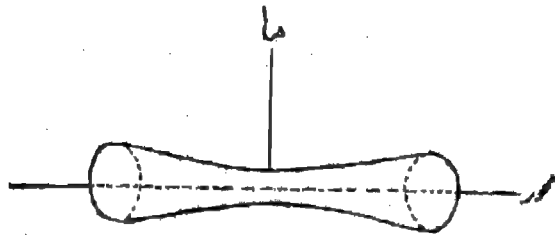
$$\text{تو } \frac{1}{س} = م غ ل^2 + م غ م^2$$

جب اس مساوات کو طہ والی مساوات کے ساتھ ترکیب دیتے ہیں تو

$$\frac{1}{س} = \left(\frac{\phi}{ل} - م غ \right) \text{ حاصل ہوتی ہے۔}$$

$$\therefore \left(\frac{\phi}{ل} - م غ \right) = م غ ل^2 + م غ م^2$$

$$(ط - ل م) = م' ل' + م' م' م'$$



شکل ۱۲۶

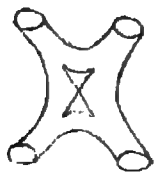
اور چونکہ $ل' = ل' + م' م' م'$ اس لیے

$$\{ (م' م' م' - م' م' م') - ط' م' م' = م' م' م' (ل' + م' م') \}$$

جو متوازی نور کی ہم لونی سطح کے تکوینی مسطحی کی مساوات ہے۔ اس مسطحی کو
مناطری محور کے گرد گھمانے سے ہم لونی سطح (Isochromatic surface)

حاصل ہوتی ہے۔ شکل ۱۲۶ میں اس کی عام صورت بتائی گئی ہے۔ مناطری
کے علی القوائم کافی ہونی قلمی تختی کے ساتھ سطح مذکور کی تراشیں دائرے ہوتے
ہیں اور محور کے متوازی کافی ہونی تختی کے ساتھ اس سطح کی تراشیں قطع زائد۔

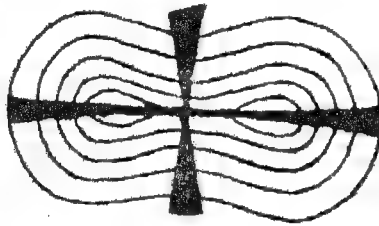
دو محوری قلموں میں مقطب نور کی پنسلوں کا تدا



شکل ۱۲۷

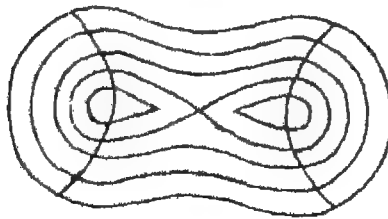
دو محوری قلموں کی ہم لونی سطح شکل ۱۲۷
میں بتائی گئی ہے۔ قلم کی تراش
اگر محوروں کے مستوی کے متوازی ہو تو
قطع زائد کے مشابہ مسطحی حاصل ہوتے ہیں۔
اگر قلم اس طرح تراشی جائے کہ مناطری
محوروں کے درمیانی زاویہ کا منصف

اس کی سطحوں کے علی القوائم ہو اور اس کے اندر سے ایک لونی نور کی مستقیم پینل گزرے تو جب مغرب اور مشرق نیکولوں کی وضع یا ہم دیگر علی القوائم ہوتی ہے تو تداخل کی روشنی اور تاریک دھاریاں ایٹرنوں (Lemniscates) کے خاندان کے مشابہ ہوتی ہیں۔ جب قلم کے مناظری محوروں کا مستوی کسی ایک نیکول کے صدر مستوی کے متوازی ہوتا ہے تو ایٹرنوں کے ساتھ ایک صلیبی شکل بھی مشاہدہ ہوتی ہے جس کا ایک پہلو ایٹرنوں کی آنکھوں میں سے گزرتا ہے۔ دیکھو شکل ۱۲۸۔



شکل ۱۲۸

قلم کے محوروں کا مستوی جب نیکولوں کے صدر مستویوں کے ساتھ ہم پراثر ہوتا ہے تو ایٹرنوں کے ساتھ دو قطع نظر آتے ہیں جو ان کی آنکھوں میں سے گزرتے ہیں۔ دیکھو شکل ۱۲۹۔



شکل ۱۲۹

قلم کے محوروں کے درمیانی زاویہ کی تپش کے

ساتھ تبدیلی۔ بعض دو محوری قلموں کو گرم کرنے سے ان کا درمیانی زاویہ تپش کی زیادتی کے ساتھ گھٹتا جاتا ہے حتیٰ کہ ایک تپش پر پہنچ کر قلم (زاویہ کے صفر ہو جانے کی وجہ سے) ایک محوری ہو جاتا ہے۔ بعض قلموں کے ٹیکونوں کے مابین سیلینائٹ (selinite) کی ایک پتلی قلم کو جو ترھی وضع میں تراشی گئی ہو رکھ کر بتدریج گرم کرنے سے ایٹروں کے حلقے آہستہ آہستہ ایک دوسرے میں غلوٹ ہوتے جاتے ہیں حتیٰ کہ ایک تپش پر وہ بالکل ہم مرکز دائرے بن جاتے ہیں اور صلیب کے ضلعوں کا نقطہ تقاطع دائروں کے مرکز کے ساتھ منطبق ہو جاتا ہے۔ اگر تپش اور بڑھائی جائے تو قلم کے محورا اپنے درمیانی زاویہ کے سابقہ منصف کو عبور کرتے ہیں اور ان کے باہمی میلان کا زاویہ بڑھتا جاتا ہے۔ اسی طرح دائروں کی شکل مکرر ایٹروں میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

نقلی اشیاء میں حیلی فساد یا بگاڑ کے ذرائع

دھلے انعطاف کی پیدائش۔ اگر معمولی شیشہ کی تختی کو شخبہ میں رکھ کر آہستہ آہستہ دبائیں اور اس حالت میں اس کو علی التوابع منشوروں کے مابین رکھ کر دیکھیں تو تغاقل نور کی شکلیں فوراً مشاہدہ ہونگی۔ دباؤ بڑھا کر گت ہو جانے پر فساد باقی نہیں رہیگا اور اس طرح تختی دوبارہ اپنی ایک انعطافی حالت اختیار کر لیگی۔

بجائے حیلی ذرائع کے شیشہ کو اچانک گرم کر کے بھی فساد کی حالت میں لاسکتے ہیں۔ جیسا کہ روپوٹ کے قطروں (Rupert's drops) کے ساتھ تجربہ کرنے سے معلوم ہو سکیگا۔

قلم کے مناظری محوروں کا انتشار (dispersion)۔

اکثر دو محوری قلموں کے محوروں کی سمت نور کے طول موج کے بدلتے سے تبدیل ہو جاتی ہے۔ بروکائیٹ (Brookite) اور کرایسوبریل (Chrysoberyl) کے مناظری محوروں کا مستوی طیف کے سرخ سرے کی شعاعوں کے لیے ایک وضع رکھتا ہے اور بنفشی سرے کی شعاعوں کے لیے اس کے علی القوائم وضع۔ اگر ان قلموں میں طیف کے سرخ سرے پر کے یک لونی نور کے تداخل سے پیدا ہونے والی اشریں ناشکلوں کا معائنہ کرتے ہوئے بتدیج نور کا طول موج گھٹایا جائے تو اشریں کی آنکھیں آہستہ آہستہ سمٹی جائیں گی حتیٰ کہ ایک خاص طول موج کے لیے اشریں اور ان کے صلیب کا نظام یک محوری قلم والے دائروں اور ان کے متعلقہ صلیب کے نظام میں بدل جائیگا۔ طول موج کے مزید گھٹاؤ کے ساتھ اشریوں کا ایک دوسرا نظام مع متعلقہ صلیب مشاہدہ ہوگا جن کی آنکھیں سابقہ نظام کی آنکھوں کو ملانے والے خط کے علی القوائم سمت میں سمٹی جائیں گی۔ جس سے ظاہر ہے کہ طیف کے دوسرے سرے پر کے نور کے لیے ان قلموں کے محوروں کا مستوی سابقہ مستوی کے علی القوائم ہے۔

ساتواں باب

نور کی دائری اور ناقصی تقطیب —

محور لا کی سمت میں اشاعت پانے والی دو مقطب موجوں کے نقل مکان اگر محور ما اور محور مے کی سمتوں میں علی الترتیب یہ اور طہ سے تعبیر کیے جائیں تو ان موجوں کی مساواتیں منفردہ حیثیت سے

یہ = ب جب $\frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\lambda}{r} - \omega \right)$ ظہ = ج جب $\left\{ \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\lambda}{r} - \omega \right) + \text{ضمہ} \right\}$ ہونگی۔ مشترکہ حیثیت سے یہ مساواتیں عرضی موجی حرکت کی عام ترین مثال کو تعبیر کرتی ہیں جو سمت لا میں اشاعت پاتی ہیں۔
دوسری مساوات کو پھیلا کر

ظہ = ج جب $\frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\lambda}{r} - \omega \right)$ جم + ضمہ $\frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\lambda}{r} - \omega \right)$ جب ضمہ {
لکھا جاسکتا ہے۔ اس میں پہلی مساوات سے تعویض کرنے سے

$$\frac{\text{ظہ}}{\text{ج}} = \frac{\text{جم} + \text{ضمہ}}{\text{جم}} \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\lambda}{r} - \omega \right) \text{ جب ضمہ}$$

$$\text{یعنی جم} \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\lambda}{r} - \omega \right) = \frac{\text{ظہ}}{\frac{\text{ج}}{\text{جم}} - \frac{\text{ضمہ}}{\text{جم}}} \text{ جب ضمہ}$$

$$\text{معذا جب} \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\lambda}{r} - \omega \right) = \frac{\text{ظہ}}{\frac{\text{ج}}{\text{جم}} - \frac{\text{ضمہ}}{\text{جم}}}$$

پس ان آخری دو مساواتوں کے پیدھے اور بائیں جانب کے جلوں کے مربعوں کو جمع کرنے سے

$$1 = \left(\frac{\text{ظہ}}{\text{ج جب منہ}} - \frac{\text{ب}}{\text{ب}} - \frac{\text{م منہ}}{\text{ب}} \right) + \left(\frac{\text{ب}}{\text{ب}} \right)^2$$

$$\text{یعنی } \frac{\text{ب}^2}{\text{ج جب منہ}} - \frac{\text{ب}^2}{\text{ج جب منہ}} + \frac{\text{ظہ}}{\text{ج جب منہ}} = 1$$

یہ مساوات ایک قطع ناقص کو تعبیر کرتی ہے چونکہ اس کے پیدھے جانب کے جلو کو جب صفر کے مساوی لکھا جاتا ہے تو خطوط مستقیم حاصل ہوتے ہیں جو متقاربوں کے متوازی ہیں اس لیے اس منحنی کے متقارب خیالی ہیں۔ پس واضح رہے کہ عرضی ارتعاش کی عام ترین موج ناقصی مقطب تصور کی جاسکتی ہے اگر ما اور سے کے محور ناقص کے محور اعظم اور محور اقل کے متوازی قرار دیے جائیں تو یہ اور لہ کے حاصل ضرب کی رقم خارج ہو جاتی ہے۔ اور چونکہ ب اور ج ہمیشہ محدود ہوتے ہیں یہ صرت اسی صورت میں ممکن ہے جبکہ ج منہ صفر ہے یعنی صلیہ $\pm \frac{\pi}{2}$ - اس لیے ناقصی مقطب موج کی مساواتیں ناقص کے اعظم و اقل محوروں کے حالات سے

$$\text{یہ} = \text{ب جب} \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\text{ل}}{\text{ر}} \right) \text{ اور ظہ} = \pm \text{ج جم} \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\text{و}}{\text{ر}} \right)$$

لکھی جاسکتی ہیں۔

اگر دوسری مساوات میں مثبت علامت لی جائے تو آینوالی موج کی طرف رخ کر کے مشاہدہ کرنے والے کو ارتعاش کرنے والا ذرہ قطع ناقص میں ہوائی سمت ساعت حرکت کرتا نظر آئے گا۔ اور اس لحاظ سے ہم اس ناقص کو یعدینی ناقص کہہ سکتے ہیں۔ اور اگر منفی علامت لی جائے تو ذرہ مخالف سمت ساعت حرکت کرتا نظر آئے گا اور ناقص یساری کہلائے گا۔

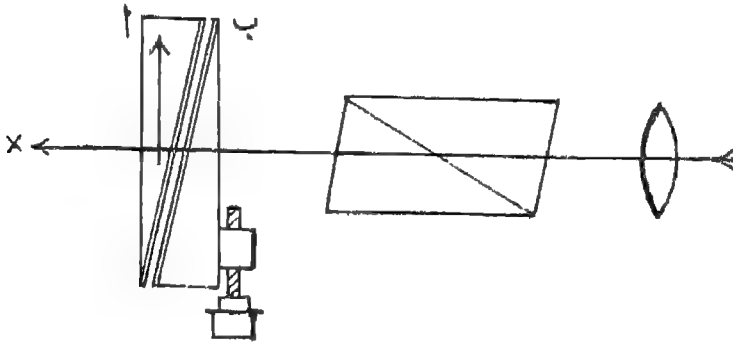
در اخالی ب = ج ناقص دائرہ میں تبدیل ہو جائیگا اور لحاظ علامت (مثبت یا منفی) موج علی الترتیب یعدینی یا یساری دائری مقطب

کہلائیگی۔

مقطب نور کی نوعیت کا امتحان۔ مقطب نور یا تو

خاصاً مستوی مقطب ہوگا یا دائری یا ناقصی مقطب یا ان کا آمیزہ۔ اگر ناقصی مقطب ہوگا تو ناقص کے محوروں کی سمتیں اور ان کے طوول کی باہمی نسبت دریافت کرنی ہوگی۔ اس تحقیق کے لیے یا تو بابینے کا معاوض (Babinet's compensator) استعمال کیا جاتا ہے

یا ربع موجی تختی (Quarter wave plate) شکل ۱۳۔ میں اول الذکر آلہ کی سادہ ترین قسم ا ب دکھائی گئی ہے جو چھوٹے مساوی زاویوں کے دو بلوری فائوں پر مشتمل ہے۔ ان میں سے ایک فائے ثابت ہے اور دوسرا ب ایک خردہ پیماس کے ذریعہ ا کے بازو سے آگے یا پیچھے کو ہٹایا جاسکتا ہے۔ جس کی وجہ سے معاوض گویا تغیر پذیر موٹائی والی متوازی پہلوؤں کی تختی تصور ہو سکتا ہے۔ ثابت فائے ا اس طرح تراشا گیا ہے کہ



شکل ۱۳

قلم کا مناظری محور صفحہ کے مستوی میں (تیر کی سمت میں) ہے۔ حرکت پذیر فائے ب میں ا قلم کا مناظری محور صفحہ کے مستوی کے علی القوائم ہے۔ نور کی متوازی پنسل

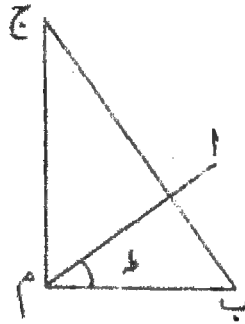
جب معاوض پر عمود واقع ہوتے ہوئے ۱ میں سے داخل ہوتی ہے تو اس کی دو پینسلوں میں تقسیم ہوتی ہے جن میں سے ایک پینسل صفحہ کے مستوی میں مقطب ہوتی ہے اور دوسری ان کے علی القوائم مستوی میں۔ اول الذکر پینسل فائدہ ۱ میں بہ نسبت دوسری پینسل کے زیادہ سرعت سے گزرتی ہے اور اس لیے اس کی ہیئت میں بمقابل دوسری پینسل کی ہیئت کے ابھار واقع ہوتا ہے۔ جب وہ فائدہ ۱ میں سے گزرتی ہے تو اس کی رفتار دوسری پینسل کی رفتار کی بہ نسبت کمتر ہوتی ہے اس لیے اب اس کی ہیئت میں بمقابل دوسری کی ہیئت کے اسراع واقع ہوتا ہے۔ جہاں دونوں قانون کی موٹائی مساوی ہوتی ہے وہاں یہ ابھار و اسراع ہیئت مساوی ہونے کی وجہ سے ایک دوسرے کو تلف کر دیتے ہیں۔ اس لیے دونوں پینسل معاوض میں سے ایک ہی ہیئت میں خارج ہوتی ہیں۔ معاوض کے اس مقام کے دونوں جانب اس کے فاصلہ کی مناسبت سے ہیئت کا تفاوت پیدا ہوتا ہے۔ قانون کے سامنے صلیبی تار جمائے جاتے ہیں اور اس کے پیچھے ایک امتحانی یا مشحون نیکول اور چشمہ ہوتا ہے۔ چشمہ کو نیکول میں سے تاروں کے اوپر ماسک پر لایا جاتا ہے۔ استعمال سے پہلے معاوض کی تعبیر کی جانی چاہیے یعنی خوردہ پیمائش کے مقروؤں کو مستعملہ نور کے طول موج کی رقبوں میں تخیل کرنا چاہیے۔ اس کے لیے آلہ کے اندر مستوی مقطب نور کی ایک ایسی پینسل داخل کی جاتی ہے جس کا مستوی دونوں قانون کے محوروں کے ساتھ تقریباً ۴۵° زاویہ پر مائل ہے۔ جہاں ان قانون سے صفحہ ۳۳ کی ضعف کا تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے وہاں یہ نور اسی مستوی میں مستوی مقطب ہوتا ہے۔ کسی اور جگہ اس مستوی میں مقطب نہیں ہوتا۔ پس معاوض کو نکال کر مشرح نیکول کو جب ایسی وضع میں گھما کر رکھتے ہیں جس سے واقع نور سمجھ جاتا ہے اور پھر اس کے بعد معاوض کو اپنی جگہ رکھ دیتے ہیں تو جن مقامات پر فائدہ کے کنارے کے متوازی سیاہ بند دکھائی دیں وہاں تفاوت ہیئت ۳۲ کی ضعف ہوگا۔ اب خوردہ پیمائش کے ذریعہ

معاوض کے حرکت پذیر فائدہ کو ٹھیک ایسی وضع میں لاتے ہیں کہ ان سیاہ بندوں میں سے ایک بند صلیبی تاروں پر آجائے۔ پیچ کا نشان پڑھ لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد پیچ کو ایک ہی سمت میں آہستہ آہستہ گھماتے ہیں یہاں تک کہ سابقہ سیاہ بند کے بعد ہی کا دوسرا بند صلیبی تاروں پر آجائے۔ پیچ کا یہ نشان بھی پڑھ لیا جاتا ہے۔ دونوں نشانوں کا تفاوت ہیئتوں کے تفاوت کا متناظر ہوگا۔

یہ معلوم کرنے کے لیے کہ صفر تفاوت ہیئت والا کونسا سیاہ بند ہے (یعنی وہ مقام کونسا ہے جہاں دونوں فائدے مساوی ہوتے ہیں) معاوض کو بجائے ایک لونی نور کے سفید نور سے روشن کرنا ہوتا ہے۔ ایسی حالت میں صرف صفر تفاوت ہیئت والا بند سیاہ نظر آئیگا چونکہ سفید نور کے مختلف طول موج کے اجزاء کے دوسرے سیاہ بندوں کے مقام مختلف ہونگے اس لیے دوسرے بند رنگین نظر آئیں گے۔

دی ہوئی پینسل کی نوعیت تقطیب دریا فنت کرنے کے لیے پہلے یہ دیکھ لینا چاہیے کہ آیا پینسل مشرح نیکول سے بچھ سکتی ہے۔ (۱) اگر بچھ سکتی ہے تو واضح ہے کہ وہ مستوی مقطب ہے اور اس کی تقطیب کا مستوی مشرح نیکول کے صدر مستوی کے متوازی ہے (یعنی نیکول کے سرے کی سطح کے چھوٹے وتر کے متوازی)۔ (۲) اگر پینسل اکیلے نیکول ہی سے بچھ نہیں سکتی تو معاوض کو اس کی جگہ پر رکھ کر ایسی وضع میں لانا چاہیے کہ $\frac{1}{2}$ طول موج کا تفاوت ہیئت پیدا ہو۔ پھر اس کو خط نظر کے گرد گھمانا چاہیے حتیٰ کہ ایک سیاہ بند صلیبی تاروں پر آجائے۔ اس کے بعد مشرح نیکول کو ٹھیک وضع میں لانا ہوتا ہے تاکہ یہ بند جتنا بھی سیاہ نظر آ سکے نظر آئے۔ یعنی نور کا اتلاف صلیبی تاروں پر مکمل ہو جائے۔ ناقصی مقطب نور کے ضابطہ سے ظاہر ہے کہ معاوض کے دونوں بلوری فائول کی صدر تراشوں کی سمتیں اب ناقصی ارتعاش کے اعظم و اقل محوروں کو تعبیر کرتی ہیں۔ مہذب اگر مشرح نیکول کی صدر تراش م ۱ (دیکھو شکل ۱۳۱) ایک بلوری فائدہ کی صدر تراش م ۲ کے ساتھ زاویہ طہ بناتی ہے تو نور معاوض میں

نکلتے پر اس کے ارتعاش کی سمت م ا کے علی القوائم سمت ب ج میں ہوگی



شکل ۱۳۱

(کیونکہ عام طور پر فرض کیا جاتا ہے کہ مقطب نور میں ارتعاش کی سمت تقطیب کے مستوی کے علی القوائم ہوتی ہے)۔ پس مقطب نور کے ناقص کے محوروں کی نسبت $\frac{م ب}{م ج}$ ہے۔ بالفاظ دیگر اگر مقطب نیکول کی صدر تراش معاوض کے ایک

فائدہ کی صدر تراش م ب کے ساتھ زاویہ طہ پر مائل ہے تو

ارتعاشی ناقص کے محور کا طول م ب کے متوازی

$$\text{م ط} = \frac{\text{ارتعاشی ناقص کے محور کا طول م ب کے علی القوائم}}{\text{م ب}}$$

زاویہ طہ جب ۴۵ ہوتا ہے نور کی تقطیب دائری ہوتی ہے۔ آسانی معلوم ہو جاتا ہے کہ مشرّح نیکول کی صدر تراش کب م ب یا م ج کے متوازی ہوتی ہے کیونکہ ایسی صورت میں تداخل کے بند غائب ہو جاتے ہیں۔

رُبع موجی تختی ابرق یا بلور کی ایک متوازی پہلوؤں کی تختی ہوتی

ہے۔ وہ اتنی موٹی ہوتی ہے کہ معمولی اور غیر معمولی نیسلیں جب اس میں سے عود دا گزر جاتی ہیں تو ان کے مابین لے کا ہیئت تنافوت واقع ہوتا ہے۔ یہ تختی بھی بابینے (Babinet) کے معاوض کی جگہ استعمال کی جاسکتی ہے۔ لیکن

صرف ایک طویل موج کے نور (عموماً سوڈیم کے زرد خط) کے ساتھ۔ کسی دوسرے طول کی موج کے لیے واضح ہے کہ تختی کی موٹائی مختلف ہوگی۔

جزوی مقطب نور کی پہچان۔ اگر معمولی طبعی یعنی غیر مقطب نور

کے ساتھ مستوی دائری یا ناقصی مقطب نور شامل ہو تو وہ باہینے کے معاوض اور مشرح نیکول کے ذریعہ بچھایا نہیں جاسکتا۔ البتہ یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ نور کی حدت کس وضع میں اقل ہوتی ہے اور نور کا تقریباً کتنا حصہ مقطب ہے۔ آسمان جس نور سے منور نظر آتا ہے جزوی طور پر مستوی مقطب ہے۔ چنانچہ دن کے وقت نور مبرک کے آلے کے ذریعہ اس کی آسانی تصدیق ہو سکتی ہے۔ لیکن ساوار (Savart) کا تقطب نما اس کام کے لیے زیادہ موزوں ہے۔ یہ آلہ بلور کی پتلی تختی کو جس کی سطحیں مناظری محور کے ساتھ ۵۴° پر مائل ہوں دو مساوی حصوں میں تراش کر بنایا جاتا ہے۔ تختی کے دونوں حصے ایک پر ایک رکھ کر اس طرح جوڑے جاتے ہیں کہ ان کی صدر تراشیں باہد گر علی التوائم ہیں۔ پھر ان کو ایک تلی کے اندر نیکول کے مشرح کے سامنے ایسی وضع میں استاودہ کیا جاتا ہے کہ ان کی صدر تراشوں کے درمیانی زاویہ کا منصف نیکول کی صدر تراشوں کے متوازی ہے۔

جب مستوی مقطب نور کے کسی مبدار کی طرف اس تقطیب نما کا رخ کر کے دیکھتے ہیں تو وہی کیفیت مشاہدہ ہوتی ہے جو دو نیکولوں کے بیچ میں قائمی تختی رکھ کر مستدق نور کی ہنسل کا معائنہ کرنے سے پیدا ہوتی ہے۔ بدآخل نور کی شکلیں یہ بھی دھاریاں ہوتی ہیں جو صدر تراشوں کے درمیانی زاویہ کے منصف کے متوازی ہوتی ہیں۔ جب واقع نور کی تقطیب کا مستوی منصف کے متوازی ہوتا ہے تو یہ دھاریاں واضح ترین نظر آتی ہیں۔ واقع نور جب سفید ہوتا ہے تو ظاہر ہے کہ دھاریاں رنگین ہوتی ہیں۔

اگر مستوی مقطب نور طبعی نور کے ساتھ ملا ہوا ہو تو داخلی دھاریوں کے اوپر یکساں تنویر بھی رونما ہوگی جس کی وجہ سے دھاریاں مدہم نظر آئیں گی۔ تاہم

اسی صورت میں بھی جبکہ واقع نور کا بہت قلیل جزو مستوی مقطب ہوگا تداخل کی دہرایا کافی وضاحت کے ساتھ شناخت ہو سکیگی۔ چونکہ ان کی وضاحت اعظم ہوتی ہے جبکہ وہ نور کی تقطیب کے مستوی کے متوازی ہوتی ہیں اس ذریعہ سے تقطیب کے مستوی کی سمت بھی دریافت کر لی جاسکتی ہے۔

تقطیب نور کے مستوی کی تحویل۔ (حوالہ تقطیب)

علی القوائم نیکولوں کے مابین بعض شفاف اشیاء اگر کافی "دبازت" میں رکھی جائیں (یعنی ان کے اندر سے نور کے گزرنے کا رستہ کافی لمبا ہو) تو کبھی ہوتی روشنی پھر سے ظاہر ہونے لگتی ہے۔ اس کے بھانے کے لیے شیخ نیکول کو سیدھے یا بائیں جانب ایک معین زاویہ میں گھمانا پڑتا ہے جو نوعیت شے اور اس کی دبازت کے تابع ہے (اگر شے محلول کی شکل میں ہو تو محلول کے ارتکاز کے تابع) مقطب نور کے طول موج کے لحاظ سے بھی اس زاویہ میں تبدیلی واقع ہوتی ہے (طول موج کے مربع کے بالعکس تقریباً) اور شے کی پیش کا بھی اس پر اثر ہوتا ہے۔

جو اشیاء تقطیب نور کے مستوی کو محول کرتے ہیں (مثلاً خمر کا محلول) مناظری عامل کہلاتے ہیں۔ تجربہ کے وقت جبکہ مثلاً ہمدرد نور کی طرف دیکھ رہا ہو مناظری عامل شے تقطیب کے مستوی کو موافق سمت ساعت گھما دے تو ایسی تحویل مثبت یا عینی کہلاتی ہے۔ اور اگر مخالف سمت ساعت گھما دے تو منفی یا عکساری۔

محول کی صورت میں کسی شے کی مناظری غایت کی تعریف اس کی نوعی تحویل کے ذریعہ کی جاتی ہے۔ نوعی تحویل سے مراد وہ زاویہ تحویل ہے جو محلول کے ایک وسیع تر طول میں سے نور کے گزرنے سے پیدا ہوا اور جو عامل شے کی تعداد گرام فی کعب سنتی میٹر محلول پر تقسیم کیا جائے۔ اگر نوعی تحویل ع پیش ت درجہ متی پر پیدا ہوتی ہے تو اس کو [ع] ت لکھتے ہیں۔ فرض کرو کہ گ گرام شکر کو پانی میں حل کر کے ح کعب سم حجم تیار کیا جاتا ہے

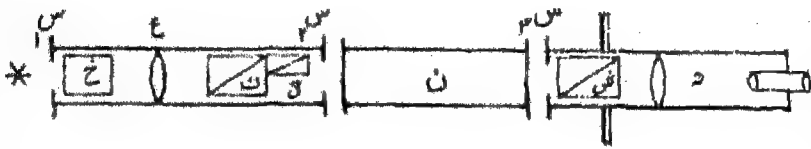
اور اس محلول کو لہری میٹر طول کی نلی میں رکھ کر مت پش پر تجربہ کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ تقطیب کا مستوی زاویہ میں محول ہو جاتا ہے تو

$$[e] = \frac{z \times c}{l \times g}$$

اراگو (Arago) نے سب سے پہلے سال ۱۸۱۷ء میں بلور کی مناظری حالت کا مشاہدہ کیا جبکہ نور کی پشل قلم کے مناظری محور کی سمت میں داخل کی گئی۔ بلور کی عالمیت کی پیمائش زاویہ تحویل فی ممر طول قلم کے ذریعہ ہوتی ہے۔ مانعات کی مناظری عالمیت کا بیوٹ (Biot) کو سال ۱۸۱۷ء میں انکشاف ہوا۔ مناظری عالمیت والے اشیاء کے سالمات میں (یہ اشیاء خواہ جامد ہوں یا مایع) عموماً کاربن، رائگ (tin) گندھک یا نائٹروجن کا ایک غیر متشاکل جوہر ہوتا ہے۔ جس کی وجہ سے ان اشیاء میں سے ہر ایک شے کا ایک جوابی "توام" بھی پایا جاتا ہے۔ بدین وجہ ان اشیاء کے بعض اقسام کی مناظری عالمیت مثبت ہوتی ہے اور بعض کی منفی۔

شکر پیمائی (Saccharimetry) یا تقطیب پیمائی (Polarimetry) - تقطیب نور کی تحویل تجارت اور طب میں بہت مفید ثابت ہوئی ہے۔ اس کے ذریعہ دریافت کیا جاتا ہے کہ کسی دیے ہوئے مایع کے اندر شکر کی مقدار کیا ہے۔ شکر پیمائی کے مختلف آلات ایجاد ہوئے ہیں۔ ان سبھوں میں بطور خاص اس امر کا لحاظ رکھا گیا ہے کہ مشرح نیکول کو گھما کر (یا کسی اور ذریعہ سے) ٹھیک وہ زاویہ دریافت کر لیا جائے جس میں مناظری عامل شے کی وجہ سے تقطیب کا مستوی محول ہوتا ہے۔ ایسے آلات "نصف سایہ" اصول پر تیار کیے جاتے ہیں۔ چنانچہ شکل ۱۳۲ کے معائنہ سے واضح ہوگا جو لپچ (Lippich) والے دو مشوری تقطیب پیمیا کا خاکہ ہے۔ سپروہ س کے سامنے مبداء نور ہے۔ ف اور ق دو نیکول ہیں جو سپروہ س کے سامنے رکھے گئے ہیں۔ مشرح تن سپروہ س کے پیچھے رکھا گیا ہے اور تقطیب پیمیا کے محور کے گرد گھومتا ہے۔ جس زاویہ میں اس کو گھمائے ہیں

اس کی مقدار درجہ دار دائرہ پر پڑھ لی جاسکتی ہے۔ نئی ن مناظری عامل محمول سے بھر کر سلم میں سپردوں کے بیچ میں رکھی جاتی ہے۔ مبداء پر نور سوڈیم کا شعلہ ہوتا ہے۔ سپردوں کے پیچھے محدب عدسہ ع اتنے فاصلہ پر رکھا جاتا ہے کہ مناظری عامل شے کی موجودگی میں اس کا خیال سپردوں پر منعکس



شکل ۱۳۲

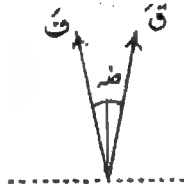
ہوتا ہے۔ د ایک چھوٹی بیہشتی دوربین ہے جو نیکول ق کے کنارہ پر فوکس کی جاتی ہے یعنی ماسک پر لائی جاتی ہے۔

جب اس دوربین میں سے دیکھتے ہیں تو میدان نظر عموماً دو غیر مساوی روشن نصف دائروں میں منقسم نظر آتا ہے جن کے بیچ میں ایک تیز خط حائل ہوتا ہے (دیکھو شکل ۱۳۳)۔ یہ خط نیکولی منشور ق کے سرے کا خیال ہے۔ میدان نظر میں خط کے ایک جانب کا حصہ ف اور ق منشوروں میں سے گزرنے والے نور سے روشن ہے اور دوسری جانب کا حصہ اکیلے ف میں سے گزرنے والے نور سے۔ ف اور ق کے صدر مستوی ایک دوسرے کے ساتھ ایک چھوٹے زاویہ فتح پر ال ہیں (شکل ۱۳۳) میں ان کو ف اور ق تیروں سے تعبیر کیا گیا ہے۔ جب مشرح کا صدر مستوی ف کے علی القوائم ہوتا ہے تو میدان نظر کا ایک نصف حصہ سیاہ ہوتا ہے۔ اور جب ق کے علی القوائم ہوتا ہے تو دوسرا نصف حصہ سیاہ ہوتا ہے۔ مشرح کو جب پہلی وضع سے گھما کر دوسری وضع میں لاتے ہیں تو سیاہ نصف حصہ کی تنویر صفر سے لکل کر بہت جلد بڑھ جاتی ہے اور اس کے ساتھ ساتھ روشن حصہ کی تنویر گھٹ کر بہت جلد صفر ہو جاتی ہے۔

پس ان دو وضعوں کے مابین ایک ایسی وضع ضرور ہوتی ہے جس میں دونوں



شکل ۱۳۵



شکل ۱۳۴



شکل ۱۳۳

نصف حصوں کی تنویر مساوی ہے۔ یہ وہ وضع ہے جبکہ مشرَح کا صدر مستوی $ق$ اور $ق$ کے درمیانی زاویہ $ض$ کے منصف کے علی القوائم ہے۔ شکل ۱۳۳ میں یہ وضع نقطہ دار خط کے ذریعہ ظاہر کی گئی ہے۔ مشرَح کو گھما کر اسی وضع میں لاتے ہیں تاکہ میدانِ نظر کیساں روشن نظر آئے۔

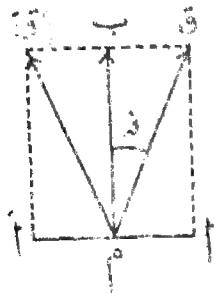
ریتخ کا ایک سہ منشوری تقطیب پیمابھی استعمال ہوتا ہے جس میں دو چھوٹے نیکول جن کے صدر مستوی متوازی ہوتے ہیں ایک بڑے نیکول کے سامنے رکھے جاتے ہیں۔ اس طرح میدانِ نظر کی تین حصوں میں تقسیم ہوتی ہے۔ دیکھو شکل ۱۳۵۔ سچ کا حصہ بڑے نیکول میں سے آنے والے نور سے منور ہوتا ہے اور بازوؤں کے دو حصے ایک ایک چھوٹے نیکول میں سے آنے والے نور سے۔ یہ بازو والے حصے مساوی روشن ہوتے ہیں۔ دو منشوری آلہ میں یہ نقص ہے کہ آنکھ اگر آلہ کے محور سے ہٹ جائے تو میدانِ نظر کے نصف حصے مشرَح نیکول کی غلط وضع میں مساوی روشن نظر آتے ہیں۔ سہ منشوری آلہ میں یہ صورت نہیں پیدا ہوتی اس لیے وہ زیادہ باریکی کی پیمائشوں میں متعل ہوتا ہے۔

سوڈیم کا شعلہ ہمیا کرنے کا آسان ترین طریقہ یہ ہے کہ منسنی مشعل کے منہ پر پلائینیم ہار کے حلقہ میں سوڈیم بائی کاربونیٹ کا ایک منکار رکھ دیا جائے جب مشرَح نیکول سوڈیم کے نور کو بچھا دیتا ہے تو منسنی شعلہ کی پیرامونی نیلی رنگت

شرح کی صحیح وضع کی تعیین میں تکلیف دہ ثابت ہوتی ہے۔ اس لیے سپروہ
س اور عدسہ ع (شکل ۱۳۲) کے بیچ میں شیش کا ایک خانہ پوتا سیٹیم بائی کرومیٹ
کے محلول سے بھر کر رکھ دیا جاتا ہے تاکہ یہ نیلا رنگ جذب ہو جائے۔

لوراں (Laurent) والا تقطیب پیا بھی "نصف سایہ"

کے اصول پر تیار ہوا ہے۔ لیکن یہ صرف ایک مخصوص طول موج والے نور کے
ساتھ استعمال ہو سکتا ہے۔ یہ ایک بلوری نصف دائری تختی پر مشتمل ہے
قلم کا مناظری محور تختی کے قطر سے منطبق ہوتا ہے۔ تختی اسی موٹی لی جاتی
ہے کہ معمولی موج اس کے اندر سے گزرتے ہوئے غیر معمولی موج پر
نصف طول موج آگے کو بڑھ جاتی ہے۔ میدان نظر کا بقیہ نصف حصہ
معمولی شیش کی تختی سے ڈھپا ہوا ہوتا ہے۔ یہ تختی اتنی موٹی ہوتی ہے
کہ بلور کی تختی میں سے جس قدر نور گزرتا ہے اس میں سے بھی اتنی ہی
گزرتا ہے۔ فرض کرو کہ بلوری تختی کا مناظری محور مقطب نیکول کے ساتھ
زاویہ ϕ پر مائل ہے، دیکھو شکل ۱۳۳۔ اگر خط m ب تختی کے محور کی سمت
کو تعبیر کرتا ہے اور m ق واقع ارتعاشوں کی سمت کو تو یہ ارتعاش تختی کے



شکل ۱۳۲

اندر داخل ہو کر m اور m ب کی
سمتوں میں تقسیم ہو جاتے ہیں اور باہر
آنے پر ان میں لپ کے متناظر
تفاوت ہیئت واقع ہوتا ہے۔ پس
اب ان کو m ب اور m آ سے
تعبیر کرنا ہوگا اور ان کے حاصل کو m ق
سے۔ جس سے واضح ہے کہ بلوری تختی
میں سے گزرنے کی وجہ سے تقطیب نور
کا مستوی ϕ زاویہ میں محول ہو جاتا

ہے۔ مقطب نیکول کے عین پیچھے وہ بلوری تختی رکھی جاتی ہے جو بلور کی

دورنہ دائری تختیوں پر مشتمل ہے۔ ایک تختی یمنی بلور کی ہے اور دوسری یساری بلور کی۔ دونوں تقریباً ۵، ۳ ملی میٹر مرنی ہوئی ہیں اور اپنے اپنے مناظری محور کے علی القوام تراشی جا کر قطر کے بازو قطر رکھ کر جوڑ دی جاتی ہیں۔ اگر سوڈیم کا نور استعمال کیا جاتا ہے تو میدان نظر کا ایک ایک نصف تقریباً ۸۰° زاویہ میں گھما دیا جاتا ہے۔ بیٹے ان کے مابین ۲۰° کا زاویہ ہوتا ہے۔ مشرح نیکول کو گھما کر میدان نظر کے دونوں نصف حصوں کو مساوی روشن کر لیتے ہیں۔

بعض شکر پیڑوں میں مشرح نیکول نہیں گھمایا جاتا ہے بلکہ محلول سے جو تحویل وقوع میں آتی ہے اس کی پیمائش اس طرح کی جاتی ہے کہ بلور کا ایک فائدہ شریک کر کے اس کی حسب ضرورت موٹائی نور کے راستہ میں حاصل کی جاتی ہے۔ تاکہ مخالفت سمت میں مساوی تحویل پیدا ہو۔ یہ طریقہ شکر کے محلولوں کے ساتھ خصوصیت کے ساتھ کارآمد پایا جاتا ہے اس لیے کہ نور کے طول موج کے لحاظ سے تقطیب نور کے مستوی کی تحویل میں تبدیلی بلور کے لیے بھی تقریباً وہی ہوتی ہے جو شکر کے لیے ہوتی ہے۔ اس لیے سفید نور بخوبی استعمال ہو سکتا ہے۔ سولیل (Soleil) کے شکر یا کا عمل جس میں فائدہ کے ذریعہ زاویہ تحویل کی پیمائش کی جاتی ہے شکل ۱۱۱ میں سمجھایا گیا ہے۔ پہلو میں سے داخل ہو کر نور پہلے مقطب نیکول ق میں سے گزرتا ہے پھر دو بلوری تختی د میں ہو کر مناظری عامل شے کے محلول میں سے (جو نئی ن میں رکھا ہوتا ہے) نکلتا ہے۔ اس کے بعد یمنی بلور کی تختی م میں سے (جس کی سطحیں مناظری محور کے علی القوام تراشی گئی ہیں) ہو کر یساری بلور کے دو مساوی زاویوں کے قانون د میں سے گزرتا ہے جو تغیر پذیر موٹائی والی تختی کا کام دیتے ہیں۔ ان قانون سے جو مرکب تختی بنتی ہے اس کی سطحیں قانون کے محوروں کے علی القوام تراشی گئی ہیں۔ ش مشرح نیکول ہے جو ایسی وضع میں جادیا گیا ہے کہ جب نلی خالی ہوتی ہے اور قانون کی مجرعی موٹائی بلوری تختی م کی موٹائی کے ٹیک مساوی ہوتی ہے تو حاس رنگ (بھورا بنفشی) پیدا ہوتا ہے۔

گ ایک چھوٹی گیلیلیو (Galilio) والی دوربین ہے جو دو بلوری تختی د پر

فوکس کی جاتی ہے۔



شکل ۱۳۴

اگر محلول تقطیب کے مستوی کو سیدھے جانب پھیر دیتا ہے تو حرکت پذیر فائن کو بیچ کے ذریعہ گھما کر کمرختاس رنگ پیدا کیا جاتا ہے۔ اور اگر بائیں جانب پھیرتا ہے تو اس فائن کو الٹی طرف گھما کر ختاس رنگ واپس لایا جاتا ہے۔ پیمانہ کے نشان پڑھ کر زاویہ تحویل دریافت کر لیا جاتا ہے اس لیے کہ پہلے ہی سے اس کی تصویر کی ہوئی ہوئی ہے۔

محولانہ تقطیب کے متعلق فرینیل (Fresnel) کا

فکر یہ ہے۔ فرینیل نے سب سے پہلے محولانہ تقطیب (یعنی مناظری عامل اشیا میں مقطب نور کی تقطیب کے مستوی کی تحویل) کی اس طرح توجیہ کی کہ مستوی مقطب نور کی پسل جب ان اشیا کے اندر داخل ہوتی ہے تو دو غلیف سے مختلف رفتاروں کی دائری مقطب موجوں میں منقسم ہو جاتی ہے۔ جیسا کہ مندرجہ ذیل مساواتوں پر غور کرنے سے معلوم ہوگا:۔

$$(۱) \text{ یہ } = \text{اجب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right) \text{ ضم } = \text{اجم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right)$$

ایک دائری مقطب یعنی موج کی مساواتیں ہیں جو سمت لائیں رفتار سہ کے ساتھ حرکت کرتی ہے۔ اس کا محیط ارتعاش اور ذرات کا وقت دوران ہے۔

$$(۲) \text{ یہ } = \text{اجب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right) \text{ ضم } = \text{اجم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right)$$

ایک دوسری دائری مقطب موج کی مساواتیں ہیں جس میں ذرات کی حرکت پساری ہے اور اسی سمت لا میں رفتار سر کے ساتھ (جو مہا سے ضعیف سی مختلف ہے) حرکت کرتی ہے۔ اس کا محیط ارتعاش اور وقت دوران وہی ہے جو پہلی موج کا ہے۔

جب یہ دونوں موجیں ایک دوسرے پر منطبق کی جاتی ہیں تو

$$y = y_1 + y_2 = \left[\text{جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{L}{\lambda} - \omega \right) + \text{جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{L}{\lambda} - \omega \right) \right]$$

$$= 2 \text{ جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left\{ \omega - \frac{L}{\lambda} \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) \right\} \text{ جم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$$

$$\text{اور } z = z_1 + z_2 = \left[\text{جم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{L}{\lambda} - \omega \right) - \text{جم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{L}{\lambda} - \omega \right) \right]$$

$$= 0 \text{ جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left\{ \omega - \frac{L}{\lambda} \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) \right\} \text{ جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$$

جس سے مساوات چھ = - مم $\frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$ حاصل ہوتی ہے۔

جیسے جیسے لاکھ قیمت بڑھتی ہے مندرجہ بالا نسبت ماس الہتمام چاروں

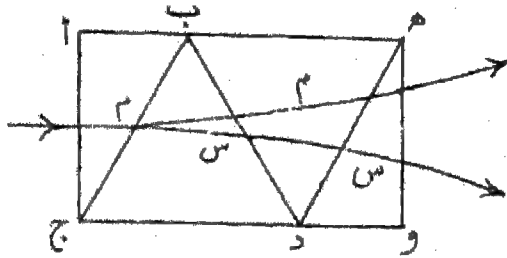
رُبع دائروں میں گھوم جاتی ہے اور اس کی گردش فاصلہ $\frac{52}{\lambda_1 - \lambda_2}$ میں مکمل ہوتی ہے۔

پس ان دو دائری مقطب موجوں کی ترکیب سے ایک مستوی مقطب موج بنتی ہے جس کا محیط ارتعاش ۲ ہوتا ہے اور جس کی تقطیب کا مستوی جیسے جیسے موج آگے کو بڑھتی ہے یکساں رفتار کے ساتھ گردش کرتا رہے۔

ایک سنتی میٹر فاصلہ میں وہ $\frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$ نیم قطریوں میں گھوم جاتا

ہے۔ واضح ہے کہ جب دونوں دائری مقطب موجوں کی رفتاریں بالکل مساوی ہوتی ہیں تو $\lambda_1 = \lambda_2$ اور حاصل موج کی تقطیب کا مستوی ثابت رہتا ہے یعنی گردش نہیں کرتا۔

اس توجیہ کی تصدیق کے لیے فرینیل نے چار بلوری منشوروں کو ملا کر شکل ۱۳۸ کے مشابہ مجسم متوازی السطوح تیار کیا۔ جس میں منشور ۱ ب ج اور ب ھ د یعنی بلور سے تراکشے گئے تھے اور منشور ج ب د اور د ھ و یساری بلور سے ہر منشور کا



شکل ۱۳۸

مناظری محور مجسم متوازی السطوح کے کناروں کی سطحوں کے علی القوائم تھا۔ اگر مستوی مقطب پینل سطح ۱ ج پر واقع ہوتی ہے اور جیسا کہ مندرجہ بالا استدلال کے ذریعہ بتایا گیا ہے دو پینلوں میں منقسم ہو جاتی ہے تو یعنی موج زیادہ تیز رفتار بالفرض سہ کے ساتھ پہلے منشور میں سے گزرتی ہے اور دوسرے منشور میں سے رفتار سہ کے ساتھ گزرتی ہے۔ تیسرے منشور میں اس کی رفتار پھر سہ ہو جاتی ہے اور چوتھے منشور میں سہ۔ بدین وجہ یہ یعنی موج پینل س س کی طرح (ملاحظہ ہو شکل ۱۳۸) منعطف ہونی چاہیے اور یساری موج پینل م م کی طرح۔ فرینیل نے تجربہ کر کے دیکھا تو حقیقت میں دو پینل مشابہ ہوئیں اور وہ باہم دیگر مخالف سمتوں میں دائری مقطب تھیں۔

معمولی انعکاس و انعطاف نور کے متعلق

فرینیل کا نظریہ:۔ نور کے برقی متناطیسی نظریہ سے پہلے انعکاس و انعطاف کے متعلق فرینیل ہی کا نظریہ بہت بڑی حد تک کامیاب ثابت ہوا۔ اس نہ صرف نظریہ اور تجربہ کے نتائج میں انطباق پایا گیا بلکہ سادگی اور آسانی کے لحاظ سے بھی اس کو دوسرے نظریوں پر مبنی فوئیت حاصل ہے۔ اگرچہ بعد کو

آنے والے ریاضی دانوں نے اس نظریہ کے بعض اساسی منصوبوں پر بجا اعتراض کیا ہے لیکن برقی مقناطیسی نظریہ کے سوا کوئی دوسرا نظریہ اس کا مفت بل نہ کر سکا۔ بدین وجہ مناسب خیال کیا گیا کہ اس موضوع پر بھی ایک مختصر سا مضمون لکھا جائے۔

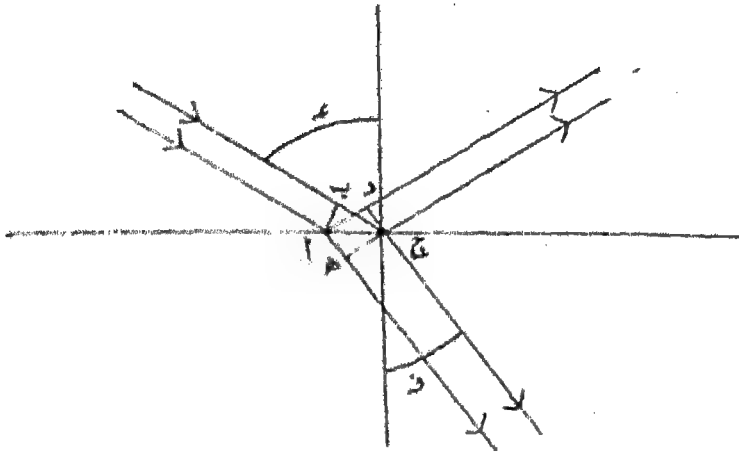
فریڈنیل نے نور کی موجوں کو لچکدار شے کی موجوں کے متشابہ تصور کیا اور چونکہ گیس کے اندر آواز کی موجوں یا تار پر لچک کی موجوں کی رفتار متعلقہ معیار لچک کے جذر المربع کے راست متناسب ہے اور کثافت واسطہ کے جذر المربع کے بالعکس، اُس نے نور کی موجوں کی رفتار کا ضابطہ بھی مساوی $\frac{\text{معیار لچک}}{\text{کثافت}}$ فرض کیا۔

اس کو یہ بھی فرض کرنا پڑا کہ تمام فضائے عالم میں خواہ وہ الگوا کی ہو یا مادی اشیاء کی مین سالی، ایک انتہا درجہ رقیق واسطہ جس کو ایتھر کہتے ہیں موجود ہے جس کی لچک سب جگہ ایک ہی ہے۔ لیکن کثافت مختلف مادی اشیاء کے اندر مختلف ہے۔ اشیاء کے اندر کی ایتھر کا اختلاف کثافت اُن کے انعطاف نماؤں کے اختلاف کا باعث ہے۔

فریڈنیل کے نظریہ سے ہم بتائینگے کہ متساوی اسموت (isotropic) واسطوں میں نور کی پنسل جب کسی دو شفاف لیکن غیر مساوی انعطاف نما والے واسطوں کی فاصلہ مستوی پر واقع ہوتی ہے تو اس کی کتنی توانائی منعکس پنسل میں منتقل ہوتی ہے اور کتنی منعطف پنسل میں۔ شکل ۱۳۹ میں فرض کرو کہ ا ب ج د اور ج ھ علی الترتیب متوازی پنسلوں کے واقع، منعکس اور منعطف ناصیہ لائے موج ہیں۔ اوپر والے واسطہ میں رفتار نور س ہے اور نیچے والے میں س۔ اسی طرح ث ث ان واسطوں کی کثافتیں ہیں اور واقع پنسل میں وسط ارتعاش ل ہے، منعکس پنسل میں ب اور منعطف میں ج۔

صفحہ کے مستوی کے متوازی اس سے ایک سمرفاصلہ پر ایک دوسرا

مستوی فرض کرو۔ ان دونوں سطحوں کے بیچ میں نور کی پٹیلوں کی توانائی



شکل ۱۲۹

حسب ذیل ہونگی :-

واقعہ پیش کے طول سہ سمر کی توانائی ∞ شہ $\frac{1}{s}$ سہ (ا ب)

منعکس پیش سہ ∞ شہ $\frac{1}{s}$ سہ (ج د)

منعطف پیش سہ ∞ شہ $\frac{1}{s}$ سہ (ج ہ)

اگر زاویہ وقوع عہ ہو تو زاویہ انعکاس بھی عہ ہوگا۔ فرض کرو زاویہ انعطاف نہ ہے۔

چونکہ اب = ج د = ا ج جم عہ اور ج ہ = ا ج جم نہ

اس لیے بقا توانائی کے اصول سے

شہ $\frac{1}{s}$ سہ (ا ج) جم عہ = شہ $\frac{1}{s}$ سہ (ا ج) جم عہ + شہ $\frac{1}{s}$ سہ (ج ہ) جم نہ

چونکہ $\frac{1}{s}$ سہ $\left[\frac{1}{s} \right] = \frac{1}{s}$ شہ $\frac{1}{s}$ سہ = شہ $\frac{1}{s}$ سہ $\frac{1}{s}$ شہ $\frac{1}{s}$ سہ = $\frac{1}{s}$ شہ $\frac{1}{s}$ سہ

اگر اوپر کے واسطہ سے نیچے کے واسطہ میں نور کا انعطاف نہ ہو $\frac{1}{s} = \frac{1}{s}$ عہ

پس $\frac{\text{شعاع کا مساحت}}{\text{شعاع کا قطر}} = \frac{\text{مساحت}}{\text{قطر}} = \frac{1}{\text{م}} = \frac{\text{جب ف}}{\text{جب ف}}$
 لہذا بقاء توانائی والی مساوات تعویض کرنے سے

$$(1 - \beta^2) \text{ جم ص جب ف} = \text{ج}^2 \text{ جم ف}$$

یعنی $(1 - \beta^2) = \text{ج}^2 \text{ مس ص مم ف} \dots\dots\dots (1)$
 ب، ج دو غیر معلوم مقادیر ہیں۔ ان کی تعیین اکی رقوموں میں ہو سکتی ہے اگر مساوات (۱) کے علاوہ ایک دوسری مساوات ان مقادیر کے باہمی ربط کو ظاہر کر سکے۔ فوینیل نے دیکھا کہ دونوں واسطوں کی فاصل سطح کے دو انتہا درجہ قریب کے نقطوں پر جو اس سطح کے ایک دوسرے کے مقابل جانبوں پر واقع ہوں نقل مکان کے (سطح کے متوازی) اجزاء ترکیبی باہد گیر مساوی ہونے چاہئیں ورنہ سطح کے مقابل جانبوں کے ایتھر کے ذرات ایک دوسرے پر سے پھسل جائینگے۔ اسی اصول کو پیش نظر رکھ کر ایک دوسری مساوات حاصل کی جاسکتی ہے۔ اس مساوات کے اخذ کرنے میں ہم یہ فرض کریں گے کہ واقعہ موجیں جو وقوع کے مستوی میں مرتعش ہوتی ہیں اسی مستوی میں ارتعاش کرنے والی منعکس اور منعطف موجیں پیدا کرتی ہیں۔ اسی طرح وقوع کے مستوی کے علی القوائم ارتعاش کرنے والی موجیں سے انعکاس و انعطاف سے صرف وہی موجیں پیدا ہوتی ہیں جو اس علی القوائم مستوی میں مرتعش ہیں۔ معہذا انعکاس و انعطاف کے وقت سوائے تبدیلی علامت والے اختلاف ہیئت کے یعنی ۲۲ کے کوئی اور اختلاف ہیئت پیدا نہیں ہوتا۔

نور کی پنسل اگر وقوع کے مستوی میں مقطب ہو تو واقع منعکس اور منعطف ناصیہ ہائے موج کے ارتعاش اس کے علی القوائم مستوی میں ہونگے پس فاصل سطح کے عین اوپر نقل مکان (۱ + ب) ہے اور اس کے عین نیچے ج

لہذا $ج = ب + ۱$ (۲)

پہلی مساوات کو دوسری پر تقسیم کرنے سے $۱ - ب = ج = مس + مم فہ$... (۳)

مساوات (۲) اور (۳) کو جمع کرنے سے $ج = ۱ + (مس + مم فہ)$

$$ج = \frac{ج (ب + ۱)}{جم + جب فہ}$$

∴ $ج = \frac{۱ + جم + جب فہ}{جب (ب + ۱)}$ (۴)

مساوات (۲) میں سے مساوات (۳) کو تفریق کرنے سے

$$ب = ج = ۱ - (مس + مم فہ) = ج - \frac{ج (ب + ۱)}{جم + جب فہ}$$

∴ $ب = ۱ - \frac{جم (ب + ۱)}{جب (ب + ۱)}$ (۵)

اگر زاویہ $ع$ کے فہ پہلے واسطے سے دوسرا واسطے مناظری کشافت میں بڑا

ہے اور جب $(ع - فہ)$ مثبت ہے۔ مہذا چونکہ $(ع + فہ)$ زاویہ ۱۸۰°

سے بڑھ نہیں سکتا جب $(ع + فہ)$ مثبت ہے۔

پس اگر کسی آن میں واقع موج کے اندر نقل مکان ایک سمت میں ہے تو

منعکس موج میں نقل مکان کی سمت اس کے مخالف ہوگی اس لیے کہ لا اور ب

کی علامتیں مختلف ہیں یعنی کثیف تر واسطہ پر سے جب انعکاس ہوتا ہے

تو ۳ کا تفاوت ہیئت صہرت پذیر ہوتا ہے۔ اس کے برعکس جب لطیف تر

واسطہ پر سے انعکاس ہوتا ہے تو $ع > فہ$ اس لیے جب $(ع - فہ)$ منفی ہے

اور لا اور ب کی علامتیں ایک ہی ہوتی ہیں پس بوقت انعکاس کوئی

تفاوت ہیئت پیدا نہیں ہوتا ہے۔ زاویہ وقوع اگر چھوٹا ہو تو بجائے جیب زاویہ

اس کا نیم قطری پیمانہ ہی لکھا جاسکتا ہے۔

پس $ب = ۱ - \frac{۱ - مم}{۱ + مم}$ اور چونکہ $ع = ح فہ ب = ۱ - \frac{۱ - مم}{۱ + مم}$ (۶)

$$ج = ۱ + \frac{۱ - مم}{۱ + مم}$$

پنسل کی حدت متناسب ہے تو انائی کے جو اکائی رقبہ سطح میں سے عمود وار فی ثانیہ گزرتی ہے یعنی رفتار نور کثافت واسطہ اور محیط ارتعاش کے مربع کے حاصل ضرب کے متناسب ہے۔ پس واقع منعکس اور منعطف پنسلوں کی حدت (تقریباً عمود وار وقوع کی صورت میں)

$$\text{علی الترتیب } \text{سم}^2 \text{ شم}^2 \text{ ل}^2 \text{ سم}^2 \text{ ل}^2 \left(\frac{1-m}{1+m} \right)^2 \text{ اور سم}^2 \text{ شم}^2 \frac{m^2}{2(1+m)}$$

$$\text{یعنی } \text{ل}^2 \text{ ل}^2 \left(\frac{1-m}{1+m} \right)^2 \text{ اور } \frac{m^2}{2(1+m)} \text{ کے متناسب ہے}$$

$$(\text{اس لیے کہ سم}^2 \text{ شم}^2 = (\text{سم}^2 \text{ شم}^2) = \frac{m^2}{2(1+m)})$$

واضح ہو کہ اراگو وغیرہ نے تجربہ سے حدت کے ان ضابطوں کی تصدیق کی ہے۔

نور کی پنسل اگر وقوع کے مستوی کے علی القوائم مقطب ہو تو ناصیہ موج کے ارتعاش وقوع کے متوی میں ہونگے۔ بالفاظ دیگر واقع موج کے ارتعاش اب کے متوازی ہونگے منعکس موج کے ارتعاش ج کے متوازی اور منعطف موج کے 'ھ ج کے متوازی۔ (ملاحظہ ہو شکل ۱۳۹)۔

چونکہ $\angle \text{ب ا ج} = \angle \text{د ج ا} = \angle \text{ع ا د}$ اور $\angle \text{ھ ج ا} = \angle \text{ف د ا}$ واقع منعکس اور منعطف موجوں کے نقل مکان کے اجزاء ترکیبی ا ج کی سمت میں علی الترتیب

$$= \angle \text{جم ع} \text{ ب جم ع اور ج جم ف}$$

$$\therefore (\angle \text{ب ا ج} + \angle \text{جم ع} = \angle \text{ج جم ف} \text{ لیکن } (\angle \text{ب ا ج} + \angle \text{ج ا مس ع} = \angle \text{جم ف})$$

پس دوسری مساوات کو پہلی پر تقسیم کرنے سے

$$\frac{\angle \text{ب ا ج}}{\angle \text{جم ع}} = \frac{\angle \text{ج ا مس ع}}{\angle \text{ج جم ف}} \therefore \angle \text{ب ا ج} = \angle \text{ج جم ف}$$

$$\text{اور چونکہ } \angle \text{ا ب ج} = \angle \text{ج جم ف}$$

$$\therefore 12 = ج \left(\frac{جب\ ع}{جب\ ذ} + \frac{ججم\ ذ}{ججم\ ع} \right)$$

$$= \frac{جب\ (ع + ذ) + ججم\ (ع - ذ)}{ججم\ ع + جب\ ذ}$$

$$\therefore ج = 12 \frac{جب\ (ع + ذ) + ججم\ (ع - ذ)}{ججم\ ع + جب\ ذ} \dots\dots (4)$$

$$\text{اسی طرح } 2 = ب = ج \left(\frac{ججم\ ذ}{جب\ ذ} - \frac{جب\ ع}{ججم\ ع} \right) = ج - \frac{ججم\ (ع + ذ) + ججم\ (ع - ذ)}{ججم\ ع + جب\ ذ}$$

$$\text{پس } ب = 1 - \frac{مس\ (ع - ذ)}{مس\ (ع + ذ)} \dots\dots (8)$$

زاویہ (ع + ذ) جب ۹۰ سے کمتر ہوتا ہے تو مس (ع + ذ) مثبت ہے اور ایسی صورت میں ب اور ا کی علامتیں متضاد ہونگی جبکہ دوسرا واسط پہلے واسط سے کشیف تر ہوگا۔ یعنی ع < ذ۔ جس سے ظاہر ہے کہ کشیف تر واسط پر سے نور کا انعکاس ہوتا ہے تو π کا تفاوت ہیئت پایا جاتا ہے۔

واقع پینل جب سطح فاصل کے تقریباً عمود وار ہوتی ہے

$$ج = 12 \frac{ذ}{ع + ذ} = 12 \frac{1}{1 + م}$$

$$\text{اور } ب = 1 - \frac{ع - ذ}{ع + ذ} = 1 - \frac{1 - م}{1 + م}$$

جو وقوع کے مستوی میں مقطب نور کے نتائج کے شامل ہیں۔ دیکھو سارا تین^(۹) نور کی پینل جب کسی سطح پر تقریباً عمود وار واقع ہوتی ہے تو نا صیغہ موج کے اندر کے تمام ارتعاش سطح کے تقریباً متوازی ہوتے ہیں۔ بدین وجہ ایسی حالت میں واقع نور کی تقطیب کا مستوی خواہ کچھ ہی ہو منعکس اور منعطف پینلوں کے لیے ایک ہی نتیجہ برآمد ہوتا ہے۔

دراں حالیکہ $\frac{\pi}{2} = (ع + ف)$ تو $مس = (ع + ف) = \infty$
 اور $ب = \frac{مس (ع - ف)}{مس (ع + ف)} = \frac{مس (ع - ف)}{\infty} = 0$

اس صورت میں $ع = \frac{جب ع}{جب ف} = \frac{جب ع}{جب (ع - \frac{\pi}{2})}$ $مس =$
 یعنی جب پنسل وقوع کے مستوی کے علی القواہم مقطب ہوتی ہے یعنی
 ارتعاش وقوع کے مستوی میں ہوتے ہیں اور زاویہ وقوع $ع = مس - ا$
 یعنی $(ع + ف) = \frac{\pi}{2}$ پنسل بالکل منعطف ہوگی اور انعکاس کچھ بھی
 نہ ہوگا۔

منعطف پنسل کا محیط ارتعاش تب $ج = 2 = \frac{جم ع جب ف}{جب (ع + ف) جم (ع - ف)}$
 اس لیے منعطف پنسل میں توانائی کی حدت $= ج = \frac{2}{ج}$

اب اور ج ۷ مستویوں میں سے (دیکھو شکل ۳۵۸) فی ثانیہ توانائی کی
 مساوی مقداریں گزرتی ہیں اس لیے کہ

$$ج = \frac{ج}{اب} = \frac{جم ف}{جم ع} = \frac{جب ع}{جب ع} = مس ع = ج$$

زاویہ $(ع + ف)$ کی قیمت جیسے جیسے ۹۰ میں سے ہو کر گزرتی ہے $مس (ع + ف)$
 کی علامت + سے - میں تبدیل ہوتی ہے - زاویہ $(ع + ف)$ جس وقت
 ۹۰ سے عین کم ہوتا ہے اور ب کی علامتیں متضاد ہونگی دراں حالیکہ
 پہلے واسطہ سے دوسرا واسطہ کثیف تر ہوگا۔ زاویہ $(ع + ف)$ جس وقت
 ۹۰ سے عین بڑھ جاتا ہے حالت مصرعہ بالا میں اور ب کی علامتیں ایک ہی
 ہونگی۔ پس واقع پنسل میں ارتعاش جب وقوع کے مستوی میں ہوتے ہیں اور
 زاویہ وقوع زاویہ تقطیب میں سے گزرتا ہے (یعنی اس کی قیمت بتدریج
 زاویہ تقطیب کے مساوی ہو کر اس سے بڑھ جاتی ہے) منکس پنسل میں π کا

تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے۔

اگر نور کسی بھی ایک مستوی میں مقطب ہو تو ہم اس کے متعلق ارتعاشوں کو وقوع کے مستوی اور اس کے علی القوائم مستوی میں تحلیل کر سکتے ہیں۔ جو نتائج اوپر بیان ہوئے ہیں ان کے لحاظ سے ظاہر ہے کہ مقطب نور پر انعکاس کا یہ اثر ہوتا ہے کہ جیسے جیسے زاویہ وقوع زاویہ تقطیب کے قریب تر ہوتا جاتا ہے منعکس نور کے ارتعاش وقوع کے مستوی کے قریب تر علی القوائم ہوتے جلتے ہیں بالفاظ دیگر منعکس نور کی تقطیب کا مستوی وقوع کے مستوی کی طرف گھایا جاتا ہے۔

غیر مقطب نور جب کسی شفاف واسطہ کی سطح پر واقع ہو کر منعکس اور منعطف ہوتا ہے تو ارتعاش کے وہ اجزاء ترکیبی جو وقوع کے مستوی کے علی القوائم ہیں ہمیشہ بذمیت ان اجزاء کے جو اس مستوی کے متوازی ہیں زیادہ مقدار میں منعکس ہونگے۔ اس لیے کہ (جیسا کہ قبل ازیں بتایا گیا ہے) منعکس موجوں کے

$$\frac{\text{وقوع کے مستوی کے متوازی ارتعاشوں کا جیٹ}}{\text{وقوع کے مستوی کے علی القوائم ارتعاشوں کا جیٹ}} = \frac{\text{مس (ع-ذ)}}{\text{جب (ع-ذ)}} \div \frac{\text{مس (ع+ذ)}}{\text{جب (ع+ذ)}} = \frac{\text{جم (ع+ذ)}}{\text{جم (ع-ذ)}}$$

پس ان کے متناظر حدتوں کی نسبت = $\frac{\text{جم}^2 (\text{ع+ذ})}{\text{جم}^2 (\text{ع-ذ})}$ (۷)
زاویہ (ع+ذ) جب تک ۹۰ سے کمتر ہے تو جم (ع+ذ) کی قیمت ہمیشہ جم (ع-ذ) سے کمتر ہوگی۔

جس وقت مس ع = صر وقوع کے مستوی والے ارتعاشوں کا نور بالکلیہ منعطف ہو جائیگا اور مستوی مذکور کے علی القوائم ارتعاشوں کا نور بالکلیہ منعکس۔ یہ نتیجہ بروکسٹر (Brewster) کے کلیہ کے عین مطابق ہے اور اس سے انعکاسی تقطیب کی توجیہ ہوتی ہے۔ دونوں مقطب پنسلوں کی حدیں مساوی ہونگی

اس لیے کہ وقوع کے مستوی کے متوازی ارتعاشوں کے اجزاء تحلیل کی کا حاصل جمع بروئے اوسط مستوی مذکور کے علی القوائم ارتعاشوں کے اجزاء تحلیل کے حاصل جمع کے مساوی ہوگا۔

کلی داخلہ انعکاس۔ اگر نور کی پنل کشیف تر واسطہ سے نکل کر لطیف تر واسطہ میں منعطف ہوتی ہے اور اول الذکر واسطہ کا اضافی انعطاف (یعنی بمحاذ ثانی الذکر واسطہ) θ ہے تو θ جب $\theta = 0$ جب $\theta = 0$ اور وقوع کے مستوی کے علی القوائم ارتعاشوں کے لیے

$$b = \frac{a \sin(\theta - \phi)}{\sin(\theta + \phi)} = \frac{a \sin \theta \cos \phi - a \cos \theta \sin \phi}{\sin \theta \cos \phi + a \cos \theta \sin \phi} \quad (۸)$$

ب کی قیمت حقیقی ہونے کے لیے ضرور ہے کہ جذر المربع کی علامتوں کے اندر کے جملے صفر یا کوئی مثبت عدد ہوں۔ بڑے سے بڑا زاویہ وقوع جس کے لیے قبل ازیں اخذ کیے ہوئے کلیے بلا ترمیم قائم رہ سکتے ہیں وہ زاویہ θ جس کے لیے

$$1 - \frac{a \sin \theta \cos \phi}{\sin \theta \cos \phi + a \cos \theta \sin \phi} = 0 \quad \text{یعنی جب } \theta = \frac{1}{a} \quad \text{مقرر}$$

مساوات (۸) میں θ کی یہ قیمت درج کرنے سے مساوات $b = 1$ حاصل ہوتی ہے۔ پس جس وقت جب $\theta = \frac{1}{a}$ نور کی پنل کلیۃً منعکس ہو جاتی ہے بادی النظر میں ایسا معلوم ہوتا ہے مصرعہ بالا حالت میں منعطف پنل کا محیط ارتعاش ج صفر ہو جانا چاہیے۔ لیکن

$$c = \frac{a \sin \theta \cos \phi}{\sin \theta \cos \phi + a \cos \theta \sin \phi} = \frac{a \sin \theta \cos \phi}{a \cos \theta \sin \phi} = \frac{\tan \theta \cos \phi}{\sin \phi} \quad (۹)$$

پس جس وقت $\theta = \frac{1}{a}$ تو $c = 1$ اس نتیجہ کی اس طرح توجیہ کی جاتی ہے کہ تجربہ بتاتا ہے کہ حالت مصرعہ بالا میں لطیف تر واسطہ کے اندر فی الحقیقت موجی حرکت سرایت کرتی ہے لیکن فاصلہ سطح سے تقریباً ایک ہی طول موج باہر نکلنے پر وہ تلف

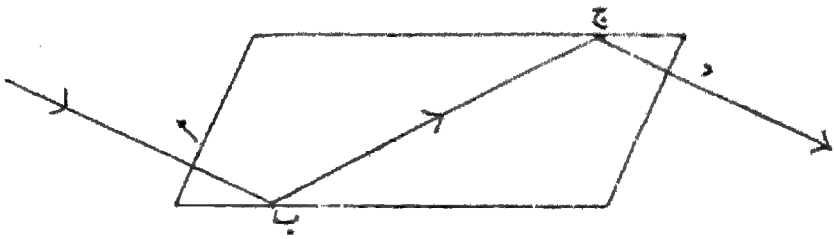
ہو جاتی ہے۔ اس لیے ج کی مندرجہ بالا قیمت اسی سطحی حرکت کا محیط ارتعاش متصور ہونی چاہیے۔ جس وقت $\theta = 90^\circ$ حجم $\theta = 10$ اور ج کی قیمت صفر ہو جاتی ہے۔ پس جب کثیف تر واسطہ میں زاویہ وقوع θ کی قیمت اس کی فاصل قیمت سے بتدریج بڑھ کر 90° ہو جاتی ہے تو ج کی قیمت گھٹنے گھٹنے صفر ہو جاتی ہے۔ جس وقت θ \leq اتوب اور ج کی قیمتیں مختلف (complex) یعنی شکل $1 + i - 1 - i$ ب ہو جاتی ہیں۔

اس کا مفہوم سمجھنے کے لیے ہمیں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ہم نے اب تک یہ فرض کیا تھا کہ منعکس یا منعطف پسلوں میں صرف π کا تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے۔ ہم نے دیکھا کہ اس مفروضہ سے ہمیشہ باہم دیگر موافق نتائج حاصل ہوئے الا اس صورت کے کہ نور کثیف تر سے لطیف تر واسطہ کی سطح پر واقع ہوتا ہے اور زاویہ وقوع زاویہ فاصل سے بڑا ہوتا ہے۔ اگر اس صورت میں ہم فرض کریں کہ منعکس اور منعطف نوروں کے اندر ہیئت کی تبدیلی بتدریج زاویہ وقوع کی تبدیلی کے ساتھ عمل میں آتی ہے تو یہاں بھی باہم دیگر موافق نتائج مترتب ہوتے ہیں۔

اس مفروضہ کو پیش نظر رکھ کر فرینیل نے نظری طریقہ پراخذ کیا کہ درحالیکہ نور وقوع کے مستوی کے علی القوائم نقطہ ہوتا ہے (ایسا ہی جب کہ اسی مستوی میں مقطب داخلی انعکاس کے باعث ہیئت میں جو تبدیلی پیدا ہوتی ہے صفر سے بڑھتے ہوئے π تک پہنچ جاتی ہے جبکہ زاویہ وقوع اپنی فاصل قیمت سے بڑھ کر π ہو جاتا ہے۔ لیکن زاویہ وقوع جب ان حدود کے اندر ہوتا ہے تو داخلی انعکاس کے باعث وقوع کے مستوی میں مقطب نور کی ہیئت کی تبدیلی مستوی مذکور کے علی القوائم مقطب نور کی ہیئت کی تبدیلی سے مختلف ہوگی۔ فرینیل نے محسوب کیا کہ اگر کثیف واسطہ شیشہ ہو تو 55° زاویہ وقوع کے داخلی انعکاس سے متذکرہ بالا ہیئت تبدیلیوں میں π کا تفاوت پیدا ہوتا ہے۔

فرینیل کا مجسم معین (Rhomb) — اس نتیجہ کے

امتحان کے لیے فرینیل نے ہمیشہ کا ایک مجسم معین تیار کیا جس کے ایک سرے میں سے نور کی شعاع AB عمود وار داخل ہو کر دوبارہ 55° زاویہ پر واقع ہو اور کلی داخلی انعکاس کے بعد مقابل کے سرے میں سے عمود وار نکل جائے دیکھو شکل نمبر ۱۲۔ اگر واقع پنسل مستوی مقطب ہو اور اس کے ارتعاش وقوع کے مستوی کے ساتھ 55° مائل ہوں تو ان ارتعاشوں کے



شکل نمبر ۱۲

اجزاء تحلیلی جو مستوی مذکور کے علی القوائم اور متوازی ہونگے باہم دیگر مساوی ہونگے۔ از روئے حساب ہر کلی داخلی انعکاس پر مصرعہ بالا اجزاء تحلیلی میں $\frac{\pi}{2}$ کا تفاوت ہیئت ہونا چاہیے۔ یعنی معین میں سے خارج ہونے پر ان اجزاء کی ہیئتوں میں مجموعی طور پر $\frac{\pi}{2}$ تفاوت کی توقع ہوگی اور وہ باہم دیگر علی القوائم ہونگے۔ بالفاظ دیگر خارج پنسل دائری مقطب ہونا چاہیے۔ تجسّر یہ کیا گیا تو ایسا ہی پایا گیا۔

اگر معین کے ایک سرے میں سے دائری مقطب نور داخل ہوتا ہے تو اس کے ارتعاشوں کے باہم دیگر علی القوائم اجزاء تحلیلی میں مزید $\frac{\pi}{2}$ کا تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے یعنی جملہ π کا تفاوت صورت پذیر ہوتا ہے اس لیے خارج پنسل مستوی مقطب ہوگا اور اس کے ارتعاش وقوع کے مستوی کے ساتھ 55° زاویہ پر مائل ہونگے۔

اگر فرینیل کے معین میں سے ناقصی مقطب نور داخل کیا جائے اس طرح پر

کہ ناقصی اور تعاشوں کے محور علی الترتیب وقوع کے مستوی کے اندر اور اس کے علی القوائم ہوں تو ارتعاشوں کے اجزاء پرتخلیلی میں علاوہ سابقہ $\frac{1}{2}$ تفاوت ہیئت کے $\frac{1}{2}$ کا ایک مزید تفاوت عائد کیا جائیگا۔ اس لیے نور جب خارج ہوگا تو مستوی مقطب ہوگا۔ فریڈیل کا معین رُنج بوجی تختی سے بہتر کام دے سکتا ہے اس لیے کہ اگرچہ وہ صرف ایک رنگ کے نور کے لیے $\frac{1}{2}$ کا تفاوت ہیئت قطعی صحت کے ساتھ پیدا کر سکتا ہے لیکن اس سے سفید نور کے تمام اجزاء ترکیبی کے لیے بھی تقریباً اسی قدر تفاوت ہیئت حاصل ہو سکتا ہے۔

آٹھواں باب

انتشار نور کے نظریے - شفاف اشیاء میں سے

جب سفید نور کی پسٹل گزرتی ہے تو وہ متعدد مختلف ابوالان کی پسٹلوں میں منقسم ہو جاتی ہے۔ جیسا کہ منشور کے تجربوں سے ظاہر ہے۔ سفید نور کے اس طرح رنگوں میں منتشر ہونے کو انتشار کہتے ہیں۔ موجی نظریہ کی روش سے نور کی شعاعیں جو کسی واسطہ میں داخل ہو کر مختلف زاویوں میں منعطف ہوتی ہیں واسطہ مذکور میں مختلف رفتاروں سے حرکت کرتی ہیں۔ اگر نور کی رفتار بین الکوہی فضاء (یعنی ایٹھر) میں سب سے زیادہ اور کسی مادی واسطہ میں

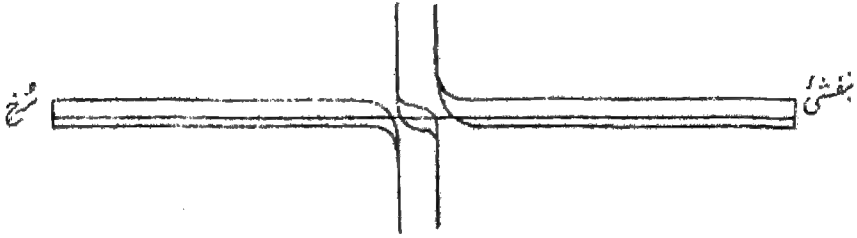
سب سے کم ہے۔ اس نور کا واسطہ مذکور میں انعطاف نما رہے۔ ہمارے حد علم تک تمام رنگوں کے نور کی رفتار ایٹھر میں ایک ہی ہے یعنی سب کی قیمت تمام رنگوں کے لیے مستقل ہے۔ الغول جیسے تیز متغیر نور کے تاروں کے مشاہدہ سے ہمیں یہ ماننا پڑتا ہے کہ ایٹھر میں تمام رنگوں کی رفتار ایک ہی ہوتی ہے۔ اگر ایسا نہ ہوتا تو الغول جیسے تارہ کا رنگ اس کی تنویر کی حدت کے ساتھ بدلتا۔ لیکن کبھی ایسا مشاہدہ نہیں ہوا۔

منافری طیف کے مرئی حصہ میں عموماً دیکھا جاتا ہے کہ نور کے طول موج کی کمی کے ساتھ اس کی انعطاف پذیری بڑھتی جاتی ہے یعنی عام طور پر شفاف مادی واسطوں میں طول موج کی کمی کے ساتھ واسطہ کا انعطاف نما بھی بڑھتا ہے۔ لیکن جہاں انجذاب واقع ہوتا ہے وہاں یہ قاعدہ ٹوٹ جاتا ہے۔ ایسے

انتشار کو بے قاعدہ انتشار کہتے ہیں۔ جیسے پفلوجر (pfluger) کے بنائے ہوئے ٹھوس فکھسین (fuchsine) کے زاویہ حادثہ والے منشور کے ساتھ تجربہ کرنے سے دریافت ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ فکھسین سبز رنگ بڑی شدت کے ساتھ جذب کر لیتا ہے پس $\lambda = 4000$ انکسٹروم اور $\lambda = 5000$ انکسٹروم کے مابین طول موج کے رنگ اس میں جذب ہو جاتے ہیں اس لیے اس کا طیف ان سے معزور رہتا ہے۔ کرسٹیانسن (Christiansen) نے مشاعر میں دریافت کیا کہ فکھسین کے مکمل محلول میں انعطافات نہ فراڈن ہووے کے طیفی خط ب (B) سے لے کر د (D) تک بڑھتا جاتا ہے خط نہر (G) تک سرعت کے ساتھ گھٹتا ہے۔ اور پھر اس کے بعد کو آنے والے خطوط کے لیے بڑھ جاتا ہے۔ کنڈٹ (Kundt) نے اس بے قاعدہ انتشار سے متعلق مزید تحقیق کی اور ثابت کیا کہ تمام "طبیعی رنگ" والے اشیاء میں سے جب سفید نور گزرتا ہے تو طیف کے رنگوں کا مسرّخ سے لے کر بنفشتی تک مطالعہ کرنے پر معلوم ہوتا ہے کہ انجذابی بند کے عین پہلے اشعار بے قاعدہ طور پر بڑھ جاتا ہے اور اس کے عین بعد بے قاعدہ طور پر گھٹ جاتا ہے۔

بیکرل (Becquerel) نے ایک ستوری الافق مسلسل طیف کی شعاعوں کے راستہ میں ایک فائنا شعلہ حامل کیمیا جو سڑیم کے بخار سے مشوخ رنگین تھا۔ شعلہ گویا ایک منشور تھا جس کا انعطافات پیدا کرنے والا کنارہ ستواری الافق تھا۔ چونکہ شعلہ کی گیسیں گرم تھیں ان کی کثافت کی کمی سے طیف بحیثیت مجموعی کسی قدر اوپر کی طرف ہٹ گیا۔ (دیکھو شکل ۱۲۱) جس کی لمبی افق لکیر مسلسل طیف کو شعلہ کے حامل ہونے سے پہلے طویل دو ٹھیک مساوی حصوں میں تقسیم کرتی تھی لیکن اب خفیہ کی نیچے کی طرف اتری ہوئی نظر آتی ہے۔ طیف کا سرخ سرافکل کے بائیں جانب ہے طیفی خط (D₁) (د) کے مقام کے عین بائیں جانب طیف تیزی کے ساتھ نیچے کی طرف لینے فائنا شعلہ کے قاعدہ کی طرف اتر آیا ہے جس سے ظاہر ہے کہ (D₁) خط کے طول موج سے

ذرا سا بڑے طول موج کے لیے سوڈیم کے بخار کا انعطاف نا غیر معمولی طور پر



شکل ۱۲۱

بڑھ جاتا ہے (D_1) کے عین سیدھے جانب طیف سرعت کے ساتھ اوپر کی طرف یعنی فائدہ کے انعطافی کنارہ کی طرف چڑھ گیا ہے۔ جس سے ثابت ہوتا ہے کہ (D_1) کے طول موج سے خفیف سا کمتر طول موج کے لیے بخار کا انعطاف نا غیر معمولی طور پر گھٹ جاتا ہے۔ شکل سے (جرفوٹو گراف کی نقل ہے) ظاہر ہے کہ مصرعہ بالا طول موج کی شعاعوں کے لیے سوڈیم کے بخار کا انعطاف نا اکائی سے بھی معتد بہ کم ہے۔ آگے کو جوں جوں طول موج میں مزید کمی واقع ہوتی ہے۔ طیف کا اوپر کی طرف کا انحراف گھٹ جاتا ہے۔ اور پھر بالآخر (D_2) کے قریب پہنچ کر طیف جلد نیچے کی طرف جھک جاتا ہے (D_2) سے گزر جانے کے بعد طیف کو ایک دم اوپر کی جانب منحرف ہوتا ہے۔ لیکن طول موج کی کمی کے ساتھ جلد نیچے اتر آتا ہے۔ آرڈیلیوووڈ (R. W. Wood) نے سوڈیم کے بخار سے متعلق بہت دلچسپ اور نتیجہ خیز تجربے کیے ہیں جن کا اس کی کتاب میں مطالعہ ہو سکتا ہے۔

انتشار نور کا جو بھی نظریہ پیش ہو اس میں ضرور اس بے قاعدگی کی توجیہ شامل ہونی چاہیے۔ سب سے زیادہ موزون نظریہ برقی مقناطیسی ہے۔ ایتھر کا پڑانا لچکدار ٹھوس والا نظریہ بھی بڑی حد تک اس کی توجیہ کر سکتا ہے۔ متعدد محققین نے اس پر طبع آزمائی کی ہے اور ان کی تحقیقات مبتدوں کے لیے

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{فر۲ ظ}{فر۱} = \frac{فر۲ ظ}{فر۱} - ک (ظ - ظ) \\ ش = \frac{فر۲ ظ}{فر۱} - ک (ظ - ظ) \end{cases}$$

مادہ کے سالمات یا ذرات کے متعلق فرض کیا گیا کہ وہ طبیعی اور قسری دونوں قسم کے ارتعاش کر سکتے ہیں۔ طبیعی ارتعاشوں کا وقت دوران ω ہے اور قسری کا ω ۔ یہ قسری ارتعاش ان میں نوز کی موجوں کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔

سادہ موسیقی حرکت کے ضابطہ سے ظاہر ہے کہ وقت دوران $\pi 2 = \frac{1}{\text{اسراع}} \frac{1}{\text{ہشاور}}$ ہے

$$\pi 2 = \frac{1}{\text{اسراع}} \frac{1}{\text{ہشاور}} \quad \therefore ک = ش = \frac{فر۲ ظ}{فر۱}$$

ان تفرقی مساواتوں کا ایک خاص حل مندرجہ ذیل شکل کا ہے :-

$$(ب) \quad \begin{cases} ظ = ب جم \pi 2 \left(\frac{فر۱}{ل} - \frac{\omega}{ل} \right) \\ ظ = ب جم \pi 2 \left(\frac{فر۱}{ل} - \frac{\omega}{ل} \right) \end{cases}$$

جن میں $\frac{فر۱}{ل}$ مادی واسطہ میں نور کا طول موج ہے۔
حل (ب) کو (۱) کی دوسری مساوات میں تعویض کرنے سے

$$(ج) \quad \frac{ل۱}{ل۲ - ل۱} = \frac{ب۱}{ب}$$

جس میں $ل۱ =$ ایٹم میں طول موج نور کا جس کا تعدد وہی ہے جو مادی سالمات یا اجزاء کا طبیعی تعدد ہے۔

$$\text{یعنی} \quad \frac{ل۱}{ل۲} = \frac{ل۱}{ل۲}$$

(۱) کی پہلی مساوات میں حل (ب) کو تعویض کرنے سے $ل$ طول موج کے

نور کا انعطاف نما حسب ذیل حاصل ہوتا ہے :-

$$م^۲ = ۱ + \frac{۱}{\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱} \dots (۱)$$

اگر ادنیٰ واسطہ میں ایک سے زیادہ انواع کے سالمات ہوں اور ان میں سے ایک ایک نوع کے سالمات کے طبعی ارتعاشوں کے وقت دوران مختلف ہوں تو (۱) کی مساواتوں میں ہر نوع کے سالمات کے لیے ایک مزید مساوات کے اضافہ کی ضرورت ہوتی ہے اور اس کی پہلی مساوات میں ایک متناظر رقم زیادہ کرنی ہوتی ہے۔ چنانچہ انعطاف نما کا ضابطہ ہوگا

$$م^۲ = ۱ + \frac{۱}{\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱} \dots (۲)$$

جس میں ۲ رقوم کے جمع کی علامت ہے اور ان اور ل کے واسطہ کے ہر نوع کے سالمات کے متعلقہ مستقل اور طبعی ارتعاشوں کے طول موج ہیں۔ اگر ل کے مقابلہ میں لہ چھوٹا ہے یعنی مرئی طیف کے نور میں ادنیٰ واسطہ شفاف ہے لیکن طیف کے بالائے بنفشی حصہ میں انجذابی بسند رکھتا ہے تو واضح ہے کہ لہ کے بڑھنے سے حر کی قیمت گھٹتی ہے۔

ضابطہ (د) بشکل

$$م^۲ = ۱ + ۱ - \left(\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱ \right) \dots (۳)$$

لکھا جاسکتا ہے جو کوٹھی والے ضابطہ کی شکل میں تحویل ہو سکتا ہے۔ اگر طیف کے بالائے بنفشی حصہ کے علاوہ پائین سرخ حصہ میں بھی ایک انجذابی بند موجود ہے جس کے لیے لہ کے مقابلہ میں لہ بڑا ہے تو مساوات (۳) کو بشکل

$$م^۲ = ۱ - \frac{۱}{\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱} + \frac{۱}{\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱} + ۱ - \left(\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱ \right) \dots (۴)$$

$$= ۱ - \frac{۱}{\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱} + \frac{۱}{\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱} + ۱ - \left(\frac{ل^۲}{ل^۲} - ۱ \right)$$

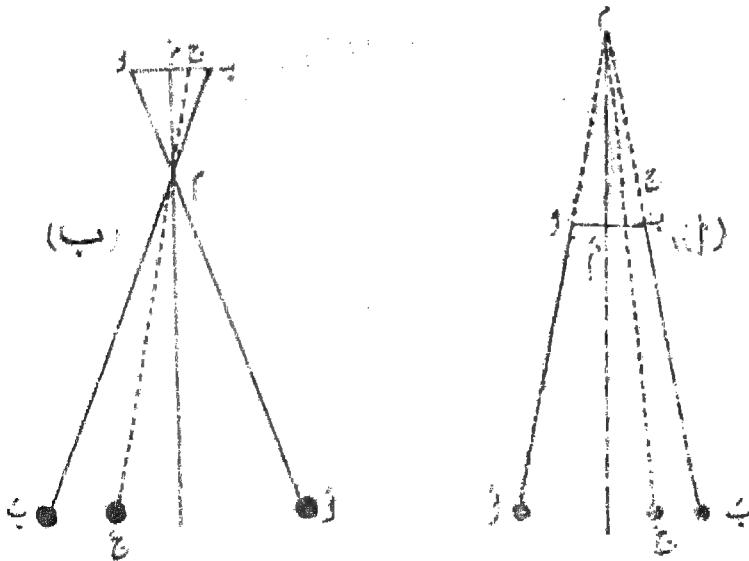
زیادہ قوتوں کی رقوموں کو نظر انداز کر کے لکھ سکتے ہیں۔
 سلماٹر کے اس ضابطہ سے خفایا اشیا کے انتشار نور کی بخوبی
 تعبیر ہوتی ہے اور "خلاف قاعدہ" انتشار کی بھی توجیہ ہوتی ہے۔ چنانچہ ہم
 ایک انجذابی بند کے متناظر ہے تو مساوات (و) سے ظاہر ہے کہ لم سے
 ذرا سے بڑے طول موج کے لیے حر کی قیمت غیر معمولی بڑی ہو جاتی ہے۔
 مساوات (ز) سے واضح ہوتا ہے کہ لم سے ذرا سے چھوٹے طول موج
 کے لیے حر کی قیمت ابتدائی "خیالی" ہوتی ہے لیکن جیسے جیسے لم بڑھتا جاتا
 ہے حر کی قیمت دوبارہ حقیقی بن جاتی ہے اگرچہ اس کی مقدار غیر معمولی چھوٹی
 ہوتی ہے۔

انطاف نامہ کو معین اور طول موج لم کو فیصلے مان کر اگر ترسیم کھینچ جائے
 تو طول موج سے جیسے انجذابی بند کے ایک سرے کے قریب گھٹتا جائیگا ایک
 منحنی حاصل ہوگا جو طول موج کے محور کی طرف مذبذب ہوگا۔ لیکن طول موج سے
 جیسے انجذابی بند کے دوسرے سرے کے قریب بڑھتا جائیگا یہ منحنی گور مذکور
 کی طرف محوٹ ہوگا۔ دیکھو شکل نمبر ۱۱۔

آواز کی تحابوں میں غالب علم نے دیکھا ہوگا کہ طبعی یا آزاد اور قسری ارتعاش
 کا امتیاز سمجھنے میں تنہ ہوئے افقی دورے سے مناسب طول کے لٹکائے ہوئے رقاصوں
 خوب مدد دیتے ہیں۔ ہوسٹون (Houstoun) کی تقلید میں ہم سلماٹر
 کے استدلال کی ان رقاصوں کے ذریعہ حسب ذیل توضیح پیش کرتے ہیں:-
 چونکہ یہ فرض کیا جاتا ہے کہ مادی واسطہ کے ذرات ایتھر کے ذرات کے
 ساتھ غیر صلب طریقہ پر ملے ہوئے ہیں اور نور کی موج جب ان پر سے گذرتی ہے
 تو وہ آخر الذکر یعنی ایتھر کے ذرات کے گرد ارتعاش کرتے ہیں اس لیے بطور
 تشبیہ یہ تصور کریں گے کہ ایک پھلدار دورا افقی وضع میں تانا گیا ہے۔ تن او کی
 قوت ت ہے اور دورے کے ایک سرے سے لے کر دوسرے سرے
 تک مساوی فاصلوں سے م کمیت کے چھوٹے چھوٹے رقاص (جن کا طول
 ل) ہے لٹکائے گئے ہیں۔ فرض کرو کہ دورے کے اکائی طول سے ن

رتقاص لٹک رہے ہیں جو خود دورے کی کیت فی اکائی فولک ہے۔ اب دورے پر سے افقی مستوی میں ایک جیسی منحنی بنا (سادہ موسیقی حرکت کی) موج گزاری جاتی ہے جس کی وجہ سے دورے کا ہر ذرہ افقی سمت میں دورے کی قبل حرکت وضع کے علی القوائم سادہ موسیقی حرکت کرنے لگتا ہے۔ بدین وجہ دورے سے آویزاں رتقاص بھی انتصابی ستویں میں ایسی ہی حرکت شروع کر دیتے ہیں پہلے پہل رتقاصوں کی حرکت ان کے طبعی یا آزاد ارتعاشوں اور قسری ارتعاشوں پر مشتمل ہوتی ہے۔ اول الذکر کا وقت دوران $\frac{2\pi}{\omega}$ ہے اور ثانی الذکر کا وقت دوران $\frac{2\pi}{\omega'}$ ہے۔ جو ان کے نقطہ تعین کا ہے۔ تھوڑی ہی دیر بعد آزاد ارتعاش صلب ہو جاتے ہیں اور صرف قسری ارتعاش جاری رہتے ہیں۔

اگر قسری ارتعاشوں کا وقت دوران و رتقاصوں کے آزاد ارتعاشوں کے وقت دوران و رتقاصوں کی حرکت شکل ۱۳۲ (ا) کے مثل ہوگی یعنی ان کی ہیئتوں میں کوئی فرق نہیں آئیگا وقت برعکس کرل لول کے متناظر ہوگا۔ دوسری صورت یہ ہوگی کہ ان کی حرکت شکل ۱۳۲ (ب) کے مثل ہوگی یعنی ہیئت میں مختلف ہو جائیگی۔



شکل ۱۳۲

وقتِ دوران گھٹ کر ل کے تناظر ہو جائیگا۔

اب فرض کرو رقا ص کسی درمیانی وضع م ج ج میں ہے اور انتصابی سمت کے ساتھ ایک چھوٹا زاویہ طہ بنانا ہے۔ دورے کو کھینچنے والی قوت ک ج جم طہ ہے (جس میں ج جاذبہ ارض کا اسراع ہے)۔ اس کا انتصابی جزو ترکیبی ک ج جم طہ ہے اور چونکہ طہ ایک چھوٹا زاویہ ہے اس لیے یہ جزو تقریباً ک ج ہی ہے۔ قوت کا افقی جزو ترکیبی ک ج جب طہ ہے۔ چونکہ جب طہ = $\frac{م ج}{م ج}$ ۔ اس لیے افقی جزو = ک ج = $\frac{م ج}{م ج}$ = ک ج = $\frac{ل - ل}{ل - ل}$ ۔ (نقطہ تعلیق کا ہٹاؤ)۔

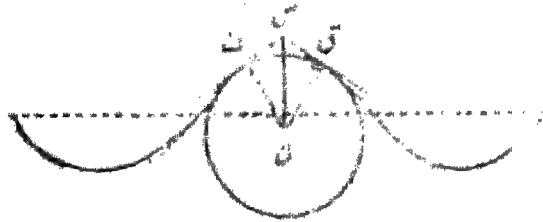
شکل ۱۲۲ دورے کے ایک حصہ کو تعبیر کرتی ہے جبکہ اس پر سے جیسی منحنی نما موج افقی مستوی میں بائیں جانب سے سیدھے جانب سہارا رفتار کے ساتھ گزرتی ہے۔ دورے کے ایک ٹکڑے ف س ق کی حرکت پر غور کرو۔ س اس کا وسطی مقام ہے۔ اور وضع سکون سے اس کا ہٹاؤ ن س ہے۔ اس ٹکڑے پر دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔ ایک قوت اس سے باز رکھنے والی (ف س ق) کا ردِ عمل ہے اور دوسری قوت اس کے دونوں سروں پر کے تناؤ ت ت کا حاصل ہے۔ پس اول الذکر قوت = $\frac{ن (ف س ق) ک ج}{ل - ل}$ (ن س) جس میں ف س ق قوس کا طول ہے۔

ثانی الذکر قوت = ۲ ت جم > ف س ن = ۲ ت جب > ف س ن
= ۲ ت > ف س ن تقریباً = $\frac{ت (ف س ق)}{ص}$ جس میں ص

نقطہ س کے پاس دائرہ انحناء کا نصف قطر ہے۔ دورے کے ٹکڑے ف س ق کا اسراع معلوم کرنے کے لیے فرض کرو کہ دورے پر اس کی موجی حرکت کی حالت میں سیدھے جانب سے بائیں جانب کو رفتار سہارا کی جاتی ہے۔ اس سے (ف س ق) کے اسراع میں

تبدیلی نہیں واقع ہوتی۔ یہ اسراع دائرہ میں یکساں رفتار کے ساتھ متحرک ذرہ کی رفتار ہو جاتی ہے۔ یعنی $\frac{v}{c} = \frac{h}{mv}$ پس اس کی وجہ سے قوس کے ٹکڑے پر مرکزہ دائرہ کی طرف عمل کرنے والی قوت

$$= \frac{F \text{ (نس ق) } \times r}{v} \text{ اس لیے عامل قوتوں کے توازن سے}$$



شکل ۱۴۳

$$\frac{F \text{ (نس ق) } \times r}{v} = \frac{F \text{ (نس ق) } \times r}{v} - \frac{F \text{ (نس ق) } \times r}{v} \text{ کہ ج (ن س)}$$

$\frac{1}{v} = \frac{F \times r}{v} \pm \frac{F \times r}{v}$ جبکہ $\frac{F \times r}{v}$ کی قیمت چھوٹی ہوتی ہے اور شکل ۱۴۳ کے معنی کو مساوات

$$1 = \frac{F \times r}{v} \text{ جب } \frac{F \times r}{v} \text{ کے ذریعہ تعبیر کر سکتے ہیں۔}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{F \times r}{v} \pm \frac{F \times r}{v} = \frac{F \times r}{v} \text{ جب } \left(\frac{F \times r}{v}\right) = \frac{F \times r}{v} \text{ کہ ج (ن س)}$$

قوتوں کے توازن کی مندرجہ بالا مساوات میں

$$\frac{1}{v} = \frac{F \times r}{v} \pm \frac{F \times r}{v} = \frac{F \times r}{v} \text{ کہ ج (ن س)}$$

ت ڈورے پر سے گزرنے والی موج کی رفتار کا مربع ہے جبکہ ڈورہ رقا صوں سے
متر ہوتا ہے۔ ہم اس کو سہا سے تعبیر کریں گے۔
اور چونکہ $L = \text{سہا} \times \text{جیکہ}$ و ڈورے پر سے رفتار کے ساتھ گزرنے والی موج
کا وقت دوران اور L اس کا طول موج ہے اس لیے

$$\text{سہا} = \text{سہا} \mp \frac{L \times \text{جیکہ} \times \text{سہا}}{\pi^2 (L - L_0) \times \text{جیکہ}}$$

$$= \text{سہا} \mp \left(\frac{L \times \text{جیکہ} \times \text{سہا}}{\pi^2 (L - L_0) \times \text{جیکہ}} \right) \times \frac{1}{\text{جیکہ}}$$

$$= \text{سہا} \mp (M \times \text{سہا}) \times \frac{L_0}{L - L_0}$$

اگر $\frac{L_0}{L - L_0}$ کے بجائے M لکھا جائے۔

واضح ہو کہ $\frac{L_0}{L - L_0} = \pi^2$ اور $\frac{L_0}{L - L_0} = \pi^2$ ج

اس لیے کہ L موج کے وقت دوران و والے رقا ص کا طول ہے اور L_0
ڈورے سے بندھے ہوئے رقا صوں کا طول ہے جن کا وقت دوران
و ہے۔

L جب L_0 سے بڑا ہوتا ہے تو اوپر والی مساوات میں بائیں جانب کے
جملہ کی دوسری رقم کے لیے وہ علامت یعنی چاہیے جس سے رفتار گھٹ جائے۔

$$\text{پس } \text{سہا} = \text{سہا} - \frac{M \times \text{سہا} \times L_0}{L - L_0}$$

مساوات کو سہا پر تقسیم کرنے سے $\frac{\text{سہا}}{\text{سہا}} \text{ یعنی انعطاف نما ہا} = 1 - \frac{M \times L_0}{L - L_0}$

جو انتشارِ نور کی سادہ ترین مساوات کے مشابہ ہے۔
فلزی انعکاس - مجھے فلزی سطح پر سے نور جو شدت کے ساتھ

منعکس ہوتا ہے اس کی وجہ غالباً انتخابی انعکاس ہے۔ چاندی کی ایک پتلی تہ شیشہ پر تیار کر کے اگر معائنہ کی جائے تو بڑے طول موج کے نور میں تقریباً کامل غیر شفاف پائی جائیگی۔ لیکن بنفشی اور بالائے بنفشی نور میں کافی شفاف دکھائی دیگی۔ چنانچہ برقی قوس کا مدغم بنفشی نور اس کے اندر سے صاف نظر آئیگا مگر کاربن سلاح کا تیز دھکتا ہوا گڑھا بالکل مدغم پایا جائیگا۔ اس کے ظاہر ہے کہ چاندی کی سطح پر سے نور کا انعکاس انتخابی ہوتا ہے۔ اسی طرح سونے کے پتلے درق پر سے نور شدت کے ساتھ منعکس ہوتا ہے اور ہنری ہال نیلا نور اس کے اندر سے سُریت کر جاتا ہے۔

فلزی انعطاف - کنڈٹ (Kundt) نے پلاٹینی

شیشہ پر برق پاستیدگی کے ذریعہ مطروح کر کے ایک دقیقہ سے بھی کم زاویہ انعطاف کے فلزی منشور تیار کیے۔ اور ان پر نور کی تقریباً عمود وار پینل کا وقوع ملاحظہ کیا تو معلوم ہوا کہ بعض فلزات کے لیے انعطافات نما کی قیمت اکائی سے کم برآمد ہوئی اور پینل منشور کے انعطافی کنارے کی طرف منحرف ہوئی۔

فیبرادے اثر - اگرچہ فیبرادے کے زمانہ میں زمانہ حال کے

زبردست برقی مقناطیس بتایا ہو سکتے تھے تاہم اس نے شیعہ علم میں دریافت کیا کہ اگر طامستور برقی مقناطیس کے قطبوں میں مقناطیسی میدان (یعنی خطوط قوت) کے متوازی وراخ بنائے جائیں اور کشیف (سید سے مرکب) شیشہ کی تختی رکھ کر اس کے اندر سے نیکول کے ذریعہ مستوی مقطب نور کی پینل گزاری جائے تو نور کی تقطیب کا مستوی ایک معین زاویہ میں گھوم جاتا ہے یعنی میدان عام کرنے سے پہلے اگر خارج پینل کو مشرح نیکول مناسب وضع میں رکھ کر بھجا دیا جائے تو میدان عام کرنے پر روشنی پھر سے نظر آتی ہے۔ اس کو بھجانے کے لیے مشرح نیکول کو ایک معین زاویہ میں گھمانا پڑتا ہے جو شیشہ کی نوعیت اور موٹائی اور نیز میدان کی حدت وغیرہ کے متناسب ہے۔ میدان کی سمت انادی جاتی

ہے تو تحویل کی سمت بھی الٹ جاتی ہے لیکن اس کو پنسل کے گزرنے کی سمت سے بالکل تعلق نہیں ہے۔ یعنی اگر خارج پنسل کو آئینہ کے ذریعہ اس کے آئے ہوئے راستہ پر سے واپس لوٹا دیا جائے تو تفتیب کے مستوی کی تحویل بجائے تلف ہونے کے (جیسا کہ لمبرڈ وغیرہ کے تجربہ میں مشاہدہ ہوتا ہے) دوچند ہو جاتی ہے۔

وردے (Verdet) نے مختلف اشیاء اور مختلف طول موج کی پنسلوں کے ساتھ تجربہ کر کے مندرجہ ذیل ضابطہ دریافت کیا:

$$\text{زاویہ تحویل } \theta = M L F \frac{1}{\lambda} \quad (\text{م۔ لہ۔ فرم})$$

جس میں M ایک مستقل ہے جو دی ہوئی شے کی نوعیت پر موقوف ہے، L اس کی موٹائی اور F انعطاف نما ہے۔ λ مقناطیسی میدان کی حدت ہے اور λ نور کا طول موج ہے۔

ف یعنی تحویل فی اکائی طول واسطہ فی اکائی میدان قوت وردے کا مستقل کہلاتی ہے۔ فیراڈے اثر کی برقی مقناطیسی نظریہ سے باسانی توجیہ ہوتی ہے۔ اس کے لیے برقی کتابوں کا مطالعہ مناسب ہوگا۔

کسٹر اثر (Kerr Effect) — ڈاکٹر کٹر (Kerr) نے

۱۸۷۵ء میں دریافت کیا شفاف برق گزار مثلاً شیشہ، زیتون کا تیل، کاربن بانی، سلفائیڈ، ٹرینٹائن وغیرہ جب طاقتور برقی میدان میں رکھے جاتے ہیں تو ان میں دیکھے انعطاف کی خاصیت پیدا ہوتی ہے۔ کٹر نے شیشہ کی ایک تختی کے دو مقابل پہلوؤں میں سوراخ کر کے ان سوراخوں میں ایک طاقتور امالی پچھے کے فنا نوی بیچوان کے سرے جمادیے سرورں کو ایک خردہ پیمائی شراری درز (Spark gap) کے ساتھ ملا دیا۔ چونکہ

مالیچے کے اوئی پیچوان کی رو کا انقطاع اس کے اجزائی کی بہ نسبت زیادہ تیزی
عمل میں آتا ہے اس لیے پچے کے سروں کے بیچ میں ایک سمتی مگر غیر مسلسل طاقتور
برقی میدان پیدا ہوتا ہے۔ شراری درز کو گھٹنا بڑھا کر سروں کے درمیان
حسب ضرورت تفاوت قوت قائم کیا گیا۔ لیکن پچے کے سروں کے درمیان
براہ راست شرارہ پیدا نہ ہونے دیا۔ شیشہ کی تختی سروں کے مابین پاؤ ایچ موٹی
تھی۔ اور اس کے اندر سے برقی میدان کے خطوط قوت کے علی القوائم مستوی
مقطب نور کی ایک پنسل گزاری گئی۔ شیشہ میں سے گزرنے کے بعد یہ مقطب نور
مشعہ نیکول کے ذریعہ بھجا دیا گیا۔ اس حالت میں جب برقی میدان قائم کیا گیا تو
روشنی پھر سے پیدا ہوئی لیکن بتدریج تیس تیس ثانیے بعد۔ اس کو بھانے
کے لیے مشرح نیکول کو مزید ایک معین زاویہ میں گھمانا پڑا۔ مانع نور
کی تقطیب کا مستوی جب برقی میدان کی سمت کے ساتھ ۹۰° پر مال
تھا تو مستدرجہ بالا اثر واضح ترین ثابت ہوا۔ تقطیب کا مستوی
جب میدان کے متوازی یا علی القوائم تھا تو اثر تقریباً صفر تھا۔ پس
اس سے ظاہر ہے کہ برقی میدان کے زیر اثر شیشہ کے اندر نور برقی میدان
کے متوازی اور علی القوائم سمتوں میں مقطب ہوتا ہے۔ یہ اثر برقی میدان کی
ثبت یا منفی سمت کے غیر تابع ہے لیکن میدان کی مدت کے مربع کے
متناسب ہے۔

عام طور پر مستوی مقطب نور کی پنسل جب کسی فلزی آئینہ پر پڑتی ہے
تو بعد انعکاس ناقصی مقطب ہو جاتی ہے۔ لیکن واقعہ پنسل جب وقوع کے
مستوی کے متوازی یا علی القوائم مقطب ہوتی ہے تو منعکس پنسل اسی
مستوی میں مقطب ہوتی ہے۔

نور کا میکانی دباؤ۔ نیوٹن کے نظریہ نور سے شعاع

چونکہ تیز رفتار ذرات پر شش ہے جب وہ کسی سطح سے ٹکراتی ہے تو ان
ذرات کا معیار حرکت تلف ہو جاتا ہے اس لیے وقوع کی جاتی ہے کہ

سطح پر ایک معین میکانی دباؤ عائد ہوتا ہے۔ کسٹنٹ میں ڈوفے (Du Fay) اور دیگر اشخاص نے اس دباؤ کا سراغ لگانے کی کوشش کی لیکن ناکامیاب رہے۔ فرینیل نے بھی اپنے نظریہ کی بنا پر اس دباؤ کے تجربی ثبوت کی کوشش کی اس کو بھی کامیابی نصیب نہ ہوئی۔ اس کے بعد کروس (Crookes) نے تجربے کیے جو بالآخر ریڈیا میٹر (radiometer) کی ایجاد پر ختم ہوئے۔ اس آلہ میں پلاٹینم کے چار چھوٹے پنکھے جن کی ایک سطح کھلائی ہوئی ہوتی ہے اور دوسری مچلتی، علی الترتیب ایک خلائی جاب کے اندر شیشے کی پتلی ڈنڈی پر نصب کیے ہوتے ہیں۔ ڈنڈی انتصاباً دو سہاروں کے بیچ میں نہایت آسانی کے ساتھ پنکھوں کو لیے ہوئے گھوم سکتی ہے۔ جب یہ آلہ دھوپ میں رکھا جاتا ہے تو پنکھے پھرتے ہیں لیکن ان کے گھومنے کی سمت نیوٹن کے نظریے (یا میکسول کے برقی مقناطیسی نظریہ) کی سمت کے مخالف ہے۔ ریڈیا میٹر (اشعاع پیم) کے پنکھوں سے جب نور کی شعاعیں ٹکراتی ہیں تو کھلائی ہوئی سطح شعاعوں کو جذب کر لیتی ہے جس کی وجہ سے اس کی تپش بڑھ جاتی ہے لیکن حرارت مقابل کی بجلی سطح میں سرایت کرنے نہیں پاتی۔ جاب کے اندر کی باقی ماندہ ہوا گرم ہوتی ہے یعنی اس کے سالمات جب کھلائی ہوئی سطح سے (اُڑتے نظریہ) ٹکرا کر واپس لوٹتے ہیں تو ان کی رفتار زیادہ تیز ہو جاتی ہے اور چونکہ عمل اور رد عمل مساوی اور مخالف ہوتے ہیں کھلائی ہوئی سطح پر ایک دباؤ عائد ہوتا ہے۔ پنکھوں کی دوسری جانب کی بجلی سطح پر سے غیر متساوی ہو جاتا ہے اس لیے یہ سطح نسبتاً ٹھنڈی ہوتی ہے اور ہوا کے سالمات اس سے ٹکرا کر واپس ہوتے ہیں تو ان کی رفتار میں کمتر اضافہ واقع ہوتا ہے لہذا ان پر کا دباؤ بھی کمتر ہوتا ہے۔ بدینہ وجہ پنکھے اس طرح گھومتے ہیں گویا نور ان کی کھلائی ہوئی سطح کو بہ نسبت بجلی سطح کے زیادہ ڈھکیلتا ہے۔

میکسول کے برقی مقناطیسی نظریہ سے نور کے دباؤ کی قیمت بخوبی محسوب ہوتی ہے۔ پچھلے محققین کی ناکامیابی کی وجہ زیادہ تر اس دباؤ کی

قلت مفدار ہے۔ بالآخر لیبے ڈیو (Lebedew) نے اور اس کے چند ہی
 ماہ بعد لیکن آزادانہ طور پر نیکولز اور ہل (Nichols and Hull) نے
 نہایت حساس آلات استعمال کر کے نہ صرف اس دباؤ کی تصدیق کی بلکہ
 بتایا کہ اس کی وہی قیمت ہے جو میکسول کے نظریہ سے برآمد ہوتی ہے۔
 حباب کے اندر کی باقی ماندہ گیس کا اثر ساقط کرنے کے لیے نیکولز اور ہل نے
 باریک تار سے پتلے شیشہ کے دو مستدیر قرص لٹکانے جنکی صرف ایک سطح
 مغطی تھی۔ انکاس پیدا کرنے والی سطح کے استعمال سے نور کا دباؤ دو چند
 ہو گیا اور حرارتی اثر میں انتہائی کمی واقع ہوئی۔ قوسی لپ سے نور کی پینسل
 حاصل کی گئی اور متعدد شیشہ کے عدسوں اور تختیوں میں سے اس کو گزار کر اسی
 حالت میں جب کہ اس میں نور کا کوئی ایسا جزو باقی نہیں رہا جو شیشہ کی سطح کو گرم
 کر سکے باری باری سے تار سے نصب کیے ہوئے قرصوں کی شیشہ اور چاندی کی سطحوں
 کو منور کیا۔ اس تنویر سے قرصوں کی وضوئوں میں جو انحرافات واقع ہوئے ان کی نہایت
 احتیاط کے ساتھ پیمائش کر لی گئی۔ شیشہ کی سطح پر جب اشعاع واقع ہوتا تھا تو
 گیس کا دباؤ اور نور کا دباؤ ایک دوسرے کی مخالف سمتوں میں عمل کرتے تھے
 لیکن جب چاندی کی سطح پر اشعاع واقع ہوتا تھا تو یہ دباؤ ایک ہی سمت میں عمل
 کرتے تھے۔ پس دوسری صورت میں زیادہ انحرافات مشاہدہ ہوتے تھے۔ اس
 طرح گیس کا اثر ساقط کر کے نور کے دباؤ کی تعین کی گئی۔

میکسول کی مساواتوں سے یہ نتیجہ اخذ ہوتا ہے کہ برقی مقناطیسی
 میدان میں معیار حرکت بھی ہے اور توانائی بھی۔ معیاری حرکت کی سمت وہی ہے
 جو توانائی کی اشاعت کی سمت ہے۔ اور اس کی قیمت فی اکائی حجم عدداً
 توانائی فی اکائی حجم اور رفتار نور کے حاصل تقسیم کے مساوی ہے۔ پس نور کی
 پینسل معیار حرکت کی رو سے۔ اگر نور کی موج کسی مستوی جاذب سطح پر عمود کے ساتھ
 زاویہ نہ بنائے اور شعاعوں کے عمود دار فی اکائی رقبہ سطح فی ثانیہ توانائی ی
 منتقل ہو تو فی ثانیہ فی اکائی رقبہ معیار حرکت بقدر (ی حجم فی) حاصل ہوتا ہے

جس میں سہ نور کی رفتار ہے۔ اس سے

ی جم^۱ ذ۔ عادی دباؤ اور $\frac{\text{ی جم}^2 \text{ جب ذ}}{\text{س}}$ ماسی زور (stress)

پیدا ہوتے ہیں۔

اگر موج بالکلیہ جذب ہو جاتی ہے تو مندرجہ بالا دونوں قوتیں موجود ہوتی ہیں۔
اگر موج بالکلیہ منعکس ہوتی ہے تو منعکس پینل ایک مادی عادی دباؤ عائد
کرتی ہے اور مادی و مخالف ماسی زور۔ اس لیے ایسی صورت میں صرف عادی دباؤ

بقدر $\frac{\text{ی جم}^2}{\text{س}}$ پیدا ہوتا ہے۔

اگر واقع موج کی صرف ایک کسر (س) منعکس ہوتی ہے تو واقع اور منعکس
موجوں سے

عادی دباؤ $\frac{\text{ی جم}^2 (1+s)}{\text{س}}$ اور ماسی زور $\frac{\text{ی جم}^2 \text{ جب ذ}}{\text{س}}$ (۱-س) پیدا ہوتے ہیں۔

پس اس سے واضح ہے کہ نور کی پینل جس سطح پر واقع ہوتی ہے اس پر ایک عادی
پیدا ہونا چاہیے۔ یہ دباؤ بہت ہی قلیل ہے۔ چنانچہ سطح زمین پر آفتاب کے
اشعاع کے لیے سی کی قیمت 10×0.145 آرگ پی ٹنائیڈ فی اکائی رقبہ
ہے۔ اگر ہوا کے انجذاب کا لحاظ رکھ کر حساب کیا جائے۔ پس اگر سطح کامل
سیاہ ہو اور اشعاع عادی واقع ہو تو عادی خرو کی مقدار صرف

$$= \frac{10 \times 0.145}{10 \times 3} = 5 \times 10^{-5} \text{ ڈائن فی مربع سمر ہے۔}$$

پائینٹنگ (Poynting) نے آفتاب سے زمین کے فاصلہ پر ایک

چھوٹے کرہ پر کے اشعاعی دباؤ اور مادی کشش (قوت جاذبہ آفتاب) کا ذیل کے
مغزوضوں کے ساتھ مقابلہ کیا :

ص = کرہ کا نصف قطر = اس کی کثافت - اس کی سطح اشعاع کی کال جاؤ۔
اور اس کے ہر ذرہ کی ایک ہی تپش - اس پر آفتاب کا اشعاع = ی ارگ فی ثانیہ
فی مربع سمر - آفتاب سے اس کو معیار حرکت فی ثانیہ π ص ی حاصل ہوتا ہے۔
چونکہ خود اس کا اشعاع تمام سمتوں میں مساوی ہوتا ہے اس لیے اس کا حاصل مضرب۔
زمین کے فاصلہ پر آفتاب کے جاؤ کا اسراع تقریباً ۵۹ و سمر فی ثانیہ
فی ثانیہ ہے - پس

$$\frac{\pi \text{ ص }^2 \text{ ی}}{0.59 \times \pi \text{ ص }^2 \times \frac{3}{4}} = \frac{\text{اشعاعی دباؤ}}{\text{قوت جاؤ بہ}}$$

ی دونوں اس وقت مساوی ہونگے جبکہ ص = $\frac{3}{4}$ سمر $0.59 \times$
اگر ش کو اکائی مانیں اور ی کی قیمت 10×0.145 اور سمر کی قیمت 10×3
درج کریں تو ص = 10×42 سمر برآمد ہوتی ہے جو سورج نور کے
طول موج کے تقریباً مساوی ہے - نور کے دباؤ کو مدار تاروں کی دھم کی تشکیل اور تاروں
کی اندرونی ساخت کی تحقیق میں بڑی اہمیت حاصل ہے -

نواں باب

ایتھر اور مادے کی اضافی حرکت - نور ایتھر کی

موجی حرکت کا نتیجہ ہے۔ فرینیل اور اس کے ہم خیال محققین نے ایتھر کو ایک لچکدار ٹھوس ان کر اس موجی حرکت کے متعلق جو مفروضے قائم کیے تھے اُن کا سابقہ ابواب میں کسی قدر تفصیل کے ساتھ ذکر آچکا ہے۔ کلرک میکسول نے ان مفروضوں سے اختلاف کر کے نور کو برقی مقناطیسی موجی حرکت کا نتیجہ قرار دیا۔ اگرچہ اس حرکت کے لیے بھی ایتھر کی ضرورت باقی رہتی ہے۔ لیکن ایتھر کو لچکدار ٹھوس کے خواص کی محتاجی نہیں رہی۔ نور کے اس برقی مقناطیسی نظریہ کے مبادیات مؤلف کے زائد مضمون برقی میں طبع ہو چکے ہیں۔ بدخوف طوالت اس مضمون کو یہاں از سر نو تفصیل کے ساتھ بیان کرنا مناسب نہ سمجھا گیا۔

جب نور کے متعلق یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ وہ ایتھر کی برقی مقناطیسی موجی حرکت کا نتیجہ ہے تو یہ امور کہ مادی اجسام کی حرکت سے برقی مقناطیسی موجوں کی اشاعت پر کیا اثر پڑ سکتا ہے اور اس سے کس قسم کے مظاہر صورت پذیر ہو سکتے ہیں اُردی اہمیت کے مسائل بن جاتے ہیں۔ اس نوع کے جب تجربے کیے گئے تو ایسے نتائج مشاہدہ ہوئے جو اُس وقت کے عارضی مسلک اصول کے لحاظ سے غیر متوقع تھے۔ چنانچہ یہ سمجھا گیا تھا کہ تمام فضا ایتھر سے بھری ہوئی ہے اور مادہ جب حرکت کرتا ہے تو ایتھر ساکن رہتی ہے اور اس لیے مادہ کی حرکت ایتھر کے لحاظ سے اضافی ہوتی ہے۔ عام طور پر جب کسی جسم کی رفتار ناپی جاتی ہے تو وہ اضافی رفتار ہی ہوتی ہے جو کسی دوسرے جسم کو بہ نظر سہولت ساکن مان کر ناپی جاتی ہے۔ اس مفروضہ کے بموجب کہ ایتھر تمام فضا میں پھیلی ہوئی ہے۔

اور ساکن ہے اگر ایچھر کی اضافت کے کسی متحرک جسم کی رفتار کی پیمائش کی جائے تو وہ رفتار مطلق ہونی چاہیے۔ لیکن جب اجسام کی حرکت سے برقی مقناطیسی مظاہر (جن میں نور بھی شامل ہے) پر پیدا ہونے والے اثرات کا مطالعہ کیا گیا تو ایسے پیچیدہ نتائج برآمد ہوئے جن کی توجیہ اس وقت کے مستعمل اصول سے نہ ہو سکی اور مطلق رفتار کا مسئلہ حل کرنے کی کوشش کا رآمد ثابت نہ ہوئی۔

ضلالیتِ نور (Aberration) — جیمز بریڈلی

(James Bradley) کو ۲۵^{۱۷۲۸}ء میں ستارہ جہتین (γ Draconis) کی ظاہری وضع یعنی فکلی مقام میں خفیف سی دوری تبدیلیاں مشاہدہ ہوئیں۔ بعد کو زیادہ تفصیلی تحقیقات سے معلوم ہوا کہ تمام ثابت ثابت یعنی ثابت ستاروں کی ظاہری وضعوں میں اس قسم کی دوری تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں۔ جن کا باعث محض آفتاب کے اطراف زمین کی مداری گردش ہے۔ ہر ستارہ سال تمام میں ایک ناقص میں حرکت کرتا ہوا دکھائی دیتا ہے جس کا نصف محور، عظیم طریق الشمس یعنی مدار زمین کے مستوی کے متوازی ہے اور زائیدی طول $۲۳^{\circ} ۲۷'$ ۲۰ ثانیہ رکھتا ہے۔ جو ستارے طریق الشمس میں واقع ہیں ان کے لیے اس ناقص کا محور اقل صفر ہوتا ہے اس لیے وہ محض ایک خط مستقیم میں حرکت کرتے نظر آتے ہیں۔ جو ستارے

طریق الشمس کے قطب پر واقع ہیں ان کے لیے یہ ظاہری دوری حرکت کا ناقص دائرہ کی شکل اختیار کرتا ہے۔

فرض کرو کہ زمین جب اپنے

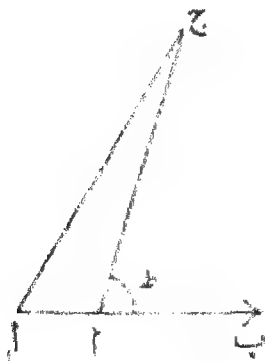
مدار میں مقام (۱) (شکل مستطیل) پر

واقع ہے ایک شخص ستارہ ج کی

طرف دور بین لگائے دیکھ رہا ہے۔ اگر

اس وقت زمین کی مداری حرکت (نورانی گردش

کے اثر کو نظر انداز کر کے ہمت اب



شکل مستطیل

میں ہو تو دورین کو ستارہ کی حقیقی سمت | ج میں مائل رکھنے سے ستارہ دکھائی نہ دیگا بلکہ اس کو اس سے ذرا زیادہ سمت | ج میں جھکانے کی ضرورت ہوگی۔ اس لیے کہ اگر یہ فرض کیا جائے کہ ج ۲ دورین کے دہانہ سے چشمہ کے صلیبی تاروں تک کا فاصلہ ہے تو ستارہ سے آنے والا نور جتنی دیر میں یہ فاصلہ طے کرتا ہے اتنی دیر میں زمین اپنے مدار میں | سے نکل کر | تک پہنچ جاتی ہے اور اس طرح نور کی شعاعیں دورین کی نلی کی دیواروں سے ٹکرانے نہ پائیگی بلکہ ان سے بچ کر سیدھی صلیبی تاروں تک پہنچ جائیگی۔

پس ظاہر ہے کہ ستارہ کی حقیقی اور ظاہری سمتوں کے درمیان زاویہ | ج | کی پیمائش

$$\frac{\text{جب } | ج |}{\text{جب } | ج |} = \frac{| ج |}{| ج |} \text{ سے ہوتی ہے}$$

چونکہ $\frac{| ج |}{| ج |} = \frac{\text{رفتار زمین}}{\text{رفتار نور}}$ اور رفتار نور کے مقابلہ میں

رفتار زمین (تقریباً ۱۸.۵ میل فی ثانیہ) بہت قلیل مقدار ہے اس لیے

زاویہ | ج | کی پیمائش کی مساوات میں بجائے $\frac{| ج |}{| ج |}$ کے $\frac{| ج |}{| ج |}$ لکھا

جاسکتا ہے اور بجائے جب | ج | کے اس کا دائری پیمانہ | ج |۔ پس

$$> | ج | = \frac{| ج |}{| ج |} \text{ جب } | ج | = \frac{| ج |}{| ج |} \text{ جب } | ج |$$

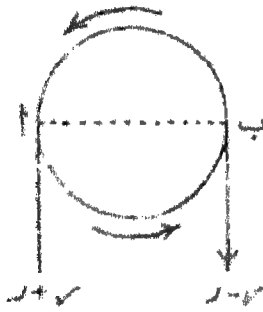
ط اگر ۹۰ ہو تو > | ج | کی قیمت اعظم ہوتی ہے اور = ۲۰.۵ ثانیہ۔ طالب علم کو بخوبی یاد رکھنا چاہیے کہ نور کی اس قسم کی "ضلالت" محض اس وجہ سے مشاہدہ ہوتی ہے کہ زمین کی رفتار اس کے مدار میں یکساں نہیں ہے۔ اگر زمین خط مستقیم میں ایک ہی رفتار کے ساتھ حرکت کرتی ہوتی تو تمام ستارے اپنے اپنے حقیقی مقاموں کے (جو زمین کے قطعاً ساکن ہونے کی صورت میں مشاہدہ ہوتے) مساوی مقدار میں بٹے ہوئے نظر آتے۔ ان کا یہ ہٹاؤ کبھی دریافت

نہ ہو سکتا۔ اس لیے کہ زمین کے ساکن ہونے کی صورت میں ستاروں کے جو مقام ہوتے
غیر معلوم ہوتے۔ پس واضح ہے کہ ”ضلا لیت نور“ کا تعلق ان مظاہر سے ہے
جو غیر یکسانی حرکت کی وجہ سے وقوع میں آتے ہیں۔

اس لیے ضلا لیت نور ستاروں کی حرکت کے غیر تابع ہے اور جس وجہ
زمین کے لحاظ سے ان کی جو اضافی حرکت ہوتی ہے اس کے بھی غیر تابع ہے۔

مبداء نور کی حرکت کا اثر رفتار نور پر۔

(۲) جبکہ مبداء اور نور دونوں ایک ہی خط مستقیم میں حرکت کرتے ہیں۔
مثلاً دوسرے ستاروں کی بعض وضعوں میں۔ ملاحظہ ہو شکل ۱۳۵۔



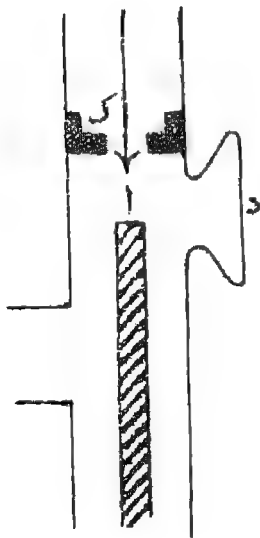
شکل ۱۳۵

فرض کرو کہ اب ایک مری
یا طیف نمائی دھڑے ستارہ کا
نظام ہے۔ ستارہ کے ارکان اگر ایک
دوسرے سے بمحاظ زاویہ فی فاصلہ
کافی دور ہیں تو طاقتور دوربین میں وہ ایک
دوسرے سے علیحدہ لیکن مشترک مرکز ثقل
کے گرد معینہ مداروں میں حرکت کرتے
ہوئے نظر آئینگے۔ اگر کافی دور نہ ہوں
تو ستارہ کے دھڑے ہونے کا پتہ

اس طرح چلیں گا کہ ان کے طیفی خطوط عموماً ہر وضع میں دھڑے نظر آئینگے۔ آتا اس
خاص وضع کے جبکہ ستارہ کے ارکان ۱، ۲، ۳ کے علی التوا قطب کے سر
واقع ہونگے۔ [یہ حالت کی خاطر یہ فرض کیا جاتا ہے کہ مشاہدہ کرنے والا
۱ اور ۲ پر ٹھہرنے والے تیزوں کی سمت میں اور مدار کے مستوی میں واقع ہے]
جب ستارہ کا ایک کمرہ ۱ پر ہوگا تو اس کی رفتار ذی کی رفتار کی سمت میں
ہوگی اور جب ۲ پر ہوگا تو نور کی رفتار کی مخالفت سمت میں ہوگی۔ اگر ذی کی رفتار
ستارہ کی اضافت سے سا ہو تو یہ فرض کر کے کہ مشاہدہ کرنے والا ساکن

نور کی رفتار سے α کے پاس مشاہد کی اضافت سے $\alpha + \beta$ رہوگی اور β کے پاس سے $\alpha - \beta$ رہے گا۔ α پر نور کی اشاعت کی رفتار λ آئے ہے اس لیے رکن ستارہ کا α پر پہنچنا بمقابلہ β پر پہنچنے کے قبل از وقت مشاہد ہوگا۔ بعض حالات میں α اور β پر پہنچنے کے اوقات ایک ہی مشاہدہ ہونگے۔ رکن ستارہ α اور β پر اپنی الحقیقت جن اوقات میں موجود ہوتا ہے وہ ڈوپلر (Doppler) کے اثر کے ذریعہ سے دریافت کر لیے جاسکتے ہیں۔ یہ ممکنہ الامتہ (Aurigae) کے دھڑے ستارہ کے نظام کی حرکتوں کا مشاہدہ کیا گیا تو یہ امر یقینی ثبوت کو پہنچا کہ نظام کے پورے مدار کے اندر رفتار نور کا تغصیر قطعی طور پر ستارہ کی رفتار کے 10×250 حصہ سے بھی کمتر ہے۔

(ب) جبکہ مبدار اور نور کی باہر گیر علی القوائم سمتوں میں حرکت کرتے ہیں۔ جے۔ اسٹارک (J. Stark) نے اس کا مشاہدہ ہائیڈروجن کی مثبت شعاعوں کے ساتھ کیا۔ ملاحظہ ہو شکل (۱۲۶) کی تھوڑکے سوراخ



شکل ۱۲۶

میں سے مثبت برقائے ہوائے ہائیڈروجن کے جواہر تیر کی سمت میں 10×250 سمرفی ثانیہ تک کی رفتاروں کے ساتھ حرکت کرتے ہیں۔ اور فلزی سطح α سے ٹکراتے ہیں۔ اس فضا کے اندر پارے کا کچھ بخار بھی سکون کی حالت میں واقع ہے۔ ہائیڈروجن کے متحرک جواہر اور پارے کے ساکن جواہر سے جو نور برآمد ہوتا ہے اس کا مشاہدہ سطح α کے عین سامنے کیا جاسکتا ہے۔ درپوشہ d کے باہر ایک لطیف نما کو ترتیب دے کر اس کی جھری پر (جو ہائیڈروجن کے جواہر کی سمت حرکت کے متوازی

ہے) α کے پاس کے منور خطہ کا مناظری خیال ماسک پر لایا جاتا ہے۔ پس

واضح ہے کہ اس تجربہ میں مشاہدہ کی سمت ہائیڈروجن کے جواہر کی سمت حرکت کے علی القواہم ہے۔ ان حالات میں جو طیفی خطوط تیار ہونگے ان کا طول فلزی سطح λ سے محدود ہوگا۔ اگر ہائیڈروجن کے جواہر کی حرکت سے ان سے برآمد ہونے والے نور پر ایک جنبی یا بغلی رفتار کا جزو عالم کیا جاتا ہے تو ہائیڈروجن کے طیفی خطوط بمقابل پارے کے ساکن جواہر کے طیفی خطوط کے زیادہ لمبے نظر آنے چاہئیں۔ جے۔ امسٹارک کے تجربہ میں مصرعہ بالا مفروضہ کے بموجب خطوط کی اس لمبائی کا اضافہ ۲۱ امر محسوب ہوا تھا۔ لیکن اس کا شائبہ بھی مشاہدہ نہ ہوا۔ پس ثابت ہوا کہ ہائیڈروجن کے متحرک جواہر سے برآمد ہونے والے نور کی رفتار بعینہ وہی ہونی چاہیے جو پارے کے ساکن جواہر سے برآمد ہونے والے نور کی ہے۔ اس لیے نور کی اشاعت اس کے مبداء کی حرکت کے بالکل بغیر تابع ہے۔

ڈوپلر اثر — صوتیات میں طالب علم نے پڑھا ہوگا کہ مبداء آواز اور سامع یعنی سننے والے کی اضافی حرکت سے آواز کا امتداد اس کے حقیقی امتداد سے بظاہر بدلا ہوا محسوس ہوتا ہے۔ اگر مبداء اور سامع کی رفتاریں مخالف سمتوں میں ہوں (یعنی حاصل مجموعی رفتار بڑھ جائے) تو امتداد بلند تر محسوس ہوتا ہے اور اگر یہ رفتاریں موافق سمتوں میں ہوں (یعنی حاصل مجموعی رفتار گھٹ جائے) تو امتداد پست تر ہوتا ہے۔ ڈوپلر نے مسئلہ میں جب مسائل نور پر اس اصول کے اطلاق کی کوشش کی تو اس سے ایک قبیح غلطی سرزد ہوئی۔ اس نے خیال کیا کہ مسلسل طیف والے ستاروں کی رفتاروں کا ان کے رنگوں سے تعین ہو سکتا ہے۔ مثلاً جو ستارے نظام شمسی کی طرف آرہے ہیں نیلے یا بنفشی نظر آنے چاہئیں، جو اس سے دور ہٹے جارہے ہیں سرخ اور جو لمبانا نظام شمسی ساکن ہیں سفید نظر آنے چاہئیں۔ یہ خیال اس لیے غلط ہے کہ مسلسل طیف میں اگر مرنی خط کے اشعاع بالائے بنفشی خط کی طرف منتقل ہوتے ہیں تو اسی طرح پائین سرخ خط کے اشعاع مرنی خط میں

منتقل ہو جائینگے۔ اور ستارے کے مائل مجموعی رنگ میں کوئی فرق نہیں محسوس ہوگا۔

ڈوپلر کے صوتیاتی اصول کی مسائل نور سے متعلق صحیح ترجمانی فِٹسو (Fizeau) نے کی۔ اس لیے فرانس اور بعض دیگر انگلستان سے باہر ممالک میں اس اثر کو ڈوپلر فِٹسو اثر کہتے ہیں۔ اس اثر کی وجہ سے مبداء نور کے انجذابی طیفی (سیاہ) خطوط یا ایک دوسرے سے جدا منور طیفی خطوط اپنے صحیح مقاموں سے (جیسا کہ ساکن مبداء سے پیدا ہونے والے حوالہ کے طیفی خطوط کے مطالعہ سے دریافت ہوتا ہے) ہٹے ہوئے نظر آتے ہیں۔ رفتار نور کے مقابلہ میں ارضی اشار کی رفتاروں کو کوئی نسبت نہیں۔ اس لیے صرف اجرام فلکی کے طیفوں ہی سے ڈوپلر فِٹسو اثر کا مطالعہ ممکن ہے۔ اگر ستارہ نظام شمسی کی طرف تیز رفتار سے چلا آ رہا ہے تو اس کے طیفی خطوط طیف کے بنقشی پہلو کی طرف ہٹے ہوئے نظر آتے ہیں اور اگر ستارہ نظام شمسی سے دور ہو رہا ہے تو اس کے طیفی خطوط طیف کے سرخ پہلو کی طرف ہٹے ہوئے نظر آتے ہیں۔ خطوط کے ہٹاؤ کی مقدار ستارہ کی اضافی رفتار کے تناسب ہے۔ جیسا کہ ضابطہ ذیل سے واضح ہے:-

$$\lambda = \lambda_0 \left(1 \pm \frac{v}{c} \right)$$

$$\therefore \text{فرلہ} = - \frac{v}{c} \quad \text{اور} \quad \text{فرلہ} = \frac{v}{c}$$

جس میں λ متحرک مبداء کے کسی خاص طیفی خط کا طول موج ہے اور λ_0 اس کی کمی یا زیادتی v اور c علی الترتیب نور اور مبداء کی رفتاریں ہیں۔ واضح ہے کہ اس ہٹاؤ کے مطالعہ کے لیے بڑی تحلیل طاقت کے طیف نما کی ضرورت ہے۔
داعہائے شمسی کی حرکت سے آفتاب کی محوری گردش کا پستہ چلا۔

جو داغ آفتاب کے استوائی خط پر واقع ہوتے ہیں ۲۵ ۲۴ یوم (ارضی) میں ایک پورا چکر ختم کرتے ہیں۔ استوار سے دو خطوں پر جو داغ پیدا ہوتے ہیں ان کے چکر انکی مدت اس سے زیادہ ہوتی ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ آفتاب کا مادہ ٹھوس جسم کے مائل نہیں حرکت کرتا ہے اور اس کی سطح پر مختلف اقسام کی روئیں بہتی ہیں۔ چرکہ آفتاب کا نصف قطر ۳۳۲۰۰ میل ہے اس لیے اس کے استوائی حصہ کی خطی رفتار ۱۲۵ میل فی ثانیہ ہے۔

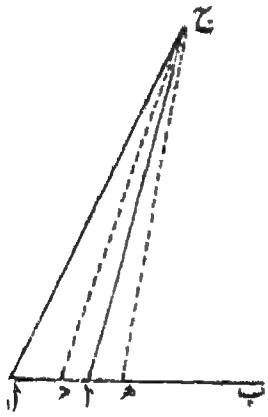
پس $\frac{1}{\text{جزء}} = \frac{\text{مس}}{1825} = \frac{186000}{1825} = \text{تقریباً } 102.4 - \text{ایک}$
 بڑی انکساری جاتی کی تحلیلی طاقت اس ہٹاو کے مطالعہ کے لیے کافی ہے۔
 طیفی دُہرے ستاروں سے متعلق یہ بات یاد رکھنے کے قابل ہے کہ
 عام طور پر ان ستاروں کے ارکان کی مناظری قدروں میں اتنا بڑا تفاوت
 ہوتا ہے کہ ان میں سے صرف روشن تر رکن کا طیف دکھائی دیتا ہے یا اس کا
 فوٹو گراف لیا جاسکتا ہے۔ مار کے اندر دُہرے نظام کے اس روشن تر
 رکن کی گردش سے اس کے طیفی خطوط کی جویا قاعدہ دوری حرکت مشاہدہ ہوتی ہے
 اسی سے اس نظام کے دُہرے ہونے کا پتہ چلتا ہے اور مدتِ دوران کا تعین
 ہوتا ہے۔ اگر کسی دُہرے ستارہ کے ارکان کی قدروں میں ایک قدر سے زیادہ کا
 تفاوت ہو تو کم روشن رکن کا طیف عموماً پہچانا نہیں جاسکتا۔

سب سے پہلا طیفی ڈیڑھ ستارہ جو شام ۷ بجے آکبر (Ursa major) کی صورت مساوی میں منظر (Mizar) نامی ڈیڑھ ستارہ کا روشن تر رکن ہے۔ پیکرنگ (Pickering) نے ۱۸۵۷ء میں دریافت کیا کہ اس کے طیف کے سیاہ (انجذابی) خطوط $\frac{1}{4}$ ۲۰ دن کے وقفے سے بالالتزام ڈیڑھ نظر آتے ہیں۔ اب تک ایک ہزار سے زیادہ طیفی ڈیڑھ ستارے دریافت ہو چکے ہیں اور ان کی تعداد روز افزوں ہے۔

ایقہم کا ”بہاؤ“ اور اس کی تعین - ”ضالیت“ کی

توجہ میں یہ مانا گیا تھا کہ فضائی ایتھر بالکل ساکن رہتی ہے اور دور بین اور اس کے اندر کی ہوا ایتھر میں سے گزرتے ہیں۔ لیکن ایری (Airy) نے جب دور بین میں ہوا کے عوض پانی بھر کر مشاہدہ کیا تو ستاروں کا اتنا ہی ظاہری ہٹاؤ مشاہدہ ہوا جتنا کہ ہوا بھرنے سے ہوتا ہے۔ حالانکہ دور بین کی ٹی ٹی پانی بھرنے کی وجہ سے نور کی رفتار اس کے اندر پہلے سے گھٹ جاتی ہے، معینہ نور کی شعاعیں دور بین کے دائرے سے نکل کر پانی کے اندر جب جاتی ہیں تو مختلف زاویہ میں منعطف ہوتی ہیں۔ ان دونوں وجوہ سے ضلالت نور کی قیمت بڑھ جانی چاہیے تھی۔ پس ہمیں یہ ماننا پڑتا ہے کہ دور بین کے اندر کی ایتھر اس کے ساتھ بہتی ہے جبکہ وہ پانی سے بھری ہوتی ہے۔ لیکن جب وہ ہوا سے بھری ہوتی ہے تو اس کے اندر کی ایتھر نہیں بہتی۔

ایتھر کے اس بہاؤ کی تعیین کے لیے شکل ۱۴ میں فرض کرو کہ ا ج ستارہ کی حقیقی سمت ہے اور ا ج اس کی ظاہری سمت۔ جب ستارہ کی شعاعیں دور بین کی ٹی کے پانی میں مقام ج پر داخل ہوتی ہیں تو منعطف ہو جاتی ہیں۔ چونکہ ج ا شعاعوں کے وقوع کی سمت ہے اور ج ا عمود کی سمت اس لیے انعطاف کی سمت ج د ہوگی جس میں



شکل ۱۴

جب $\angle ا ج ا = \angle مر ا ج د$ جبکہ مر شیشہ سے پانی میں نور کا انعطاف تھا
زاویے چھوٹے ہونے کی وجہ سے

$$\angle ا ج ا = \angle مر ا ج د$$

$$\text{یا تقریباً } \angle ا ج ا = \angle مر ا ج د$$

دورین کی نلی کے اندر پانی ہونے کی وجہ سے نور کی شعاعوں کی رفتار h کی نسبت میں گھٹ جاتی ہے۔ بالفاظ دیگر ان کے نلی میں سے گزرنے کا وقت a ہر کی نسبت میں بڑھ جاتا ہے۔ اس عرض مدت میں دورین کے چشمہ کے صلیبی تار بجائے a پر پہنچنے کے h پر پہنچنے کے۔

$$\text{جس میں } a = h \text{ م } a$$

اس امر کی توجیہ کی جانی چاہیے کہ شعاعیں بجائے a پر پہنچنے کے h پر کیوں جا پہنچی ہیں۔ اس کے لیے ہمیں ماننا پڑتا ہے کہ جس عرض مدت میں شعاعیں دورین کی نلی میں سے گزرتی ہیں ایتھر بقدر فاصلہ h پہنچتی ہے۔ یعنی جتنی دور میں پانی بقدر a فاصلہ طے کرتا ہے ایتھر فاصلہ h طے کرتی ہے۔ بالفاظ دیگر دورین کے اندر کے پانی میں کی ایتھر اسی سمت میں حرکت کرتی ہے جس سمت میں پانی حرکت کرتا ہے۔ لیکن اس کی رفتار پانی کی رفتار کا $\frac{h}{a}$ حصہ ہے۔ پس ایتھر کے بہاؤ کی رفتار

$$= \frac{h}{a} r \text{ جس میں } r = \text{پانی کی رفتار}$$

$$= \frac{a - h}{a} r = \left(1 - \frac{a}{h}\right) r$$

$$= \left(1 - \frac{a}{h}\right) r = \left(1 - \frac{1}{m}\right) r \text{ جس میں } m = \text{پانی کا انعطاف نما}$$

$$اور \left(1 - \frac{1}{m}\right) = \text{ایتھر کے بہاؤ کی قدر}$$

یہ جملہ سب سے پہلے فرینیل نے افذ کیا۔ واضح ہے کہ اگر نلی میں ہوا بھری ہو تو چونکہ ہوا کے لیے $h = a$ ایتھر کے بہاؤ کی رفتار صفر ہو جاتی ہے۔

ایتھر کے بہاؤ کی رفتار کے لیے فرینیل کا طریقہ

فرض کرو کہ شیشہ کی ایک تختی ایتھر میں رفتار r کے ساتھ حرکت کر رہی ہے۔

ث = ایتھر کی کثافت خلا میں

ث = ایتھر کی کثافت شیشہ میں اور $\frac{r}{v}$ کی قیمت ث سے زیادہ ہے۔
ان حالات کے تحت واضح ہے کہ شیشہ کے اندر کی ایتھر ایک حد تک اس کے ساتھ کھینچی ہوئی آئیگی کیونکہ اگر وہ ساکن رہے تو شیشہ اس مقام سے حرکت کر جائیگا جہاں ایتھر کی کثافت زیادہ ہوگی۔

اب فرض کرو کہ ایتھر کے بہاؤ کی رفتار r ہے۔ چونکہ شیشہ کی تختی کے کناروں پر سے کوئی بہاؤ واقع نہیں ہوتا اس لیے اس کے سامنے کی سطح کے اندر فی اکائی رقبہ ایتھر کی جو مقدار داخل ہوتی ہے = ث r اور جو مقدار فی اکائی رقبہ اس کے پیچھے کی سطح سے خارج ہوتی ہے = ث $(r - r')$ چونکہ تختی کے اندر کی مقدار مستقل رہتی ہے اس لیے

$$\text{ث } r = \text{ث } (r - r') \text{ پس } r = r' (1 - \frac{\text{ث}}{\text{ث}})$$

لیکن $\frac{\text{ث}}{\text{ث}} = \text{مرا جو شیشہ کے انعطاف نما کا مربع ہے۔}$

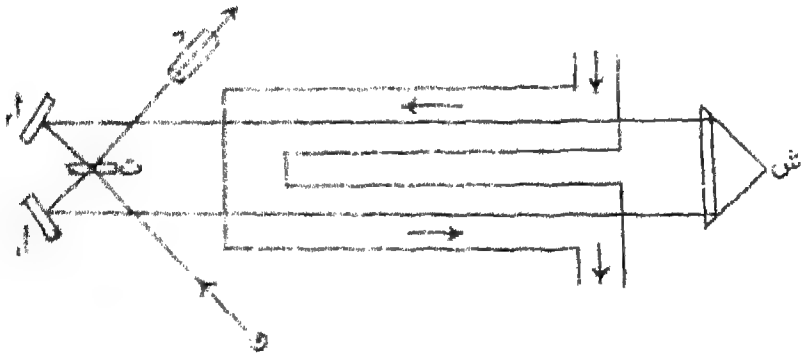
$$\therefore r = r' (1 - \frac{1}{\text{مرا}})$$

یہی رابطہ ہے جو سابقہ بحث سے حاصل کیا گیا تھا۔

فیسو (Fizeau) کا تجربہ - ایتھر کے بہاؤ کی

قدر کی تجربی تعیین سب سے پہلے فیسو نے ۱۸۵۱ء میں کی۔ اس کے بعد مائیکلسن اور مورے نے ۱۸۸۶ء میں اور بڑی باریکی کے ساتھ زمینان نے ۱۹۰۷ء میں تجربے کیے۔ ان تجربوں کا اصول شکل ۱۳۸

کے معائنہ سے واضح ہوگا۔
 میدان سے نور کی متوازی پسل نیم منقبض تختی پر واقع ہوتی ہے۔
 یہاں وہ دونوں نصف مدت کی پسلوں میں تقسیم ہو کر ایک حصہ آئینہ ا پر منعکس ہوتا
 ہے اور پھر وہاں سے 90° زاویہ کے منظور کش میں داخل ہوتا ہے۔ اور اس میں
 دوسرے منعکس ہو کر آئینہ ب پر پہنچتا ہے۔ وہاں سے پھر تختی پر ٹوٹ آتا ہے۔
 دوسرا حصہ عین اس کے مخالف راستہ سے گزرتا ہے۔ اس طرح پسل کے دونوں
 حصے تختی میں آ کر دوبارہ مل جاتے ہیں۔ اور ان سے ہوتا نئی مظاہر رونما
 ہوتے ہیں دورین د میں مطالعہ کیے جاتے ہیں۔



شکل ۱۴

آئینہ ا سے فشار اور فشار سے آئینہ ب تک ان پسلوں کا راستہ
 وہ لمبائی میں سے ہوتا ہے جن میں سے خاص رفتار کے ساتھ پانی بہتا
 رہتا ہے۔ ان زبان کے تجربہ میں ان لمبوں کا طول تقریباً تین میٹر تھا اور
 پانی کی رفتار پانچ میٹر فی ثانیہ تھی۔ جیسا کہ شکل ۱۴ میں بتایا گیا ہے
 لمبوں میں پانی اس طرح بہتا ہے کہ نور کی پسل کا ایک حصہ پانی کے بہنے کی

سمت میں جاتا ہے۔ اور دوسرا حصہ اس کے مخالف سمت میں۔ پس اگر متحرک واسطہ (پانی) اپنے ساتھ ایٹھ کر کے بھیج کرے جاتا ہے تو اس کا اثر یہ ہوگا کہ ایک نصف پسل کی رفتار میں اسراع پیدا ہوگا اور دوسرے نصف پسل کی رفتار میں ابھار۔ جس کی وجہ سے پسلوں کی مناظر کی راہوں میں تفاوت واقع ہوگا۔ اور اس لیے پانی کے سکون کی حالت میں جو مداخلی بند نظر آئے تھے وہ اب اپنی جگہ سے ہٹ جائیں گے۔ تجربہ کرنے سے اس طرح کا جو ہٹاؤ مشاہدہ کیا گیا کہ ایک بند کی چوڑائی کے نصف یا مساوی رتبہ کا تھا۔ اور فرینیل کے ضابطہ سے منطبق ہوتا تھا۔ چونکہ پانی کا انعطاف $\frac{4}{3}$ ہے اس لیے ایٹھ کے ہٹاؤ کی قدر $(1 - \frac{1}{3}) = \frac{2}{3}$ تقریباً یعنی نور کی موجوں کی ہیئت کے اشاعت کی رفتار پانی کی رفتار کی تقریباً نصف ہو جاتی ہے۔ زمینان نے متحرک ٹھوس اشیاء (مثلاً شیشہ اور بلور کے استواؤں) کے ساتھ بھی تجربہ کیا اور نتیجہ فرینیل کے ضابطہ سے منطبق پایا۔

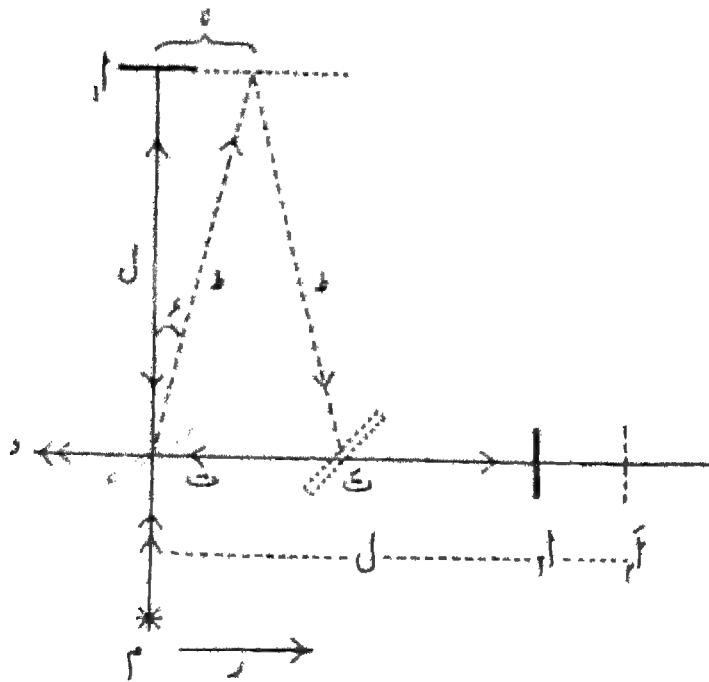
پانی کی اس حرکت سے نور کی نصف پسلوں میں جو تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے اس کی تصحیح کے لیے فرض کرو کہ نور کی رفتار خلا میں ہے اور پانی کی رفتار v ۔ اگر پانی کا انعطاف n مداخلی کا طول جس میں سے پانی بہتا ہے l ہو تو نصف پسلوں کے نلی میں سے گزرنے کی مدتوں میں تفاوت

$$\begin{aligned} & \frac{l}{v} - \frac{l}{v} = \frac{l}{v} - \frac{l}{v} \\ & \frac{l}{v} - \frac{l}{v} = \frac{l}{v} - \frac{l}{v} \\ & \frac{l}{v} - \frac{l}{v} = \frac{l}{v} - \frac{l}{v} \end{aligned}$$

اس تفاوت اور ہٹاؤ میں نور کی رفتار کی مدت سے پسلوں کا تفاوت راہ اور مداخلی بندوں کا ہٹاؤ محسوب ہو سکتا ہے۔

مائیکلسن اور مورلی (Michelson and Morley)

کالتجربہ - جب مبداء نور آلات تجربہ اور مشاہد سبھوں کی ایک مشترک یکساں خط مستقیم میں حرکت ہوتی ہے اور نور کی پشیل ایک بند راستے میں چکر لگائے (جس کی انتہائی صورت اس کا ایک مقام سے دوسرے مقام تک جانا اور واپس لوٹ آنا ہے) تو ایسے مظاہر مشاہدہ نہیں ہو سکتے جو مادہ اور نور کی رفتاروں کی نسبت () کی پہلی قوت (عام محاورہ میں پہلے رتبہ کا اثر) کے مانع ہوں۔ اگر کوئی توقع ہو سکتی ہے تو () یعنی دوسرے رتبہ کے اثر کی ہو سکتی ہے۔



۱۳۹

شکل ۱۲۱ میں مائیکلسن کے ایک تجربہ کی توضیح کی گئی ہے جو اس کے تبادلہ پیمائش کے اصول پر مبنی ہے۔ مبداءِ طور ہے۔ ت ایک نیم مقبض شیشہ کی تختی ہے جو نور کی متوازی پٹیل کے راستہ میں ۹۰° زاویہ پر مائل رکھی گئی ہے۔ اس سے

فاصلہ ل پر ایک مستوی آئینہ ا پنسل کے علی القوائم واقع ہے پنسل کا نصف حصہ ت میں سے منعطف ہو کر ا سے ٹکراتا ہے واپس لوٹ آتا ہے اور تختی سے منعکس ہو کر د کی طرف چلا جاتا ہے۔ تختی ت سے پنسل کا جو نصف حصہ منعکس ہو کر مستوی آئینہ ا سے ٹکراتا ہے وہاں سے تختی پر واپس لوٹ آتا ہے اور پھر اس میں سے منعطف ہو کر د کی طرف چلا جاتا ہے۔ اسی طرح پنسل کے دونوں نصف حصے مساوی مناظری طول کے راستے طے کرتے ہیں اور ان کے تداخل سے د پر تداخلی بند مشاہدہ ہو سکتے ہیں۔

فرض کرو کہ آلہ کا ایک بازو ت ا تجزیہ کے وقت زمین کی مداری رفتار کی سمت کے متوازی ہے۔ نور کو ت سے نکل کر ا تک جانے اور پھر ت پر واپس لوٹ آنے کے لیے وقت

$$\text{وئے} = \frac{L}{r+r} + \frac{L}{r-r} = \frac{L}{r-r} = \frac{L}{r} \cdot \frac{1}{1-\frac{r}{r}} = \frac{L}{r} \cdot \frac{1}{1-\frac{v}{c}}$$

درکار ہے۔ چونکہ $\frac{L}{r}$ بمقابل اکائی کے بہت ہی قلیل مقدار ہے اس لیے

$$\text{وئے} = \frac{L}{r} \left(1 + \frac{r}{c} \right) \quad \text{ہمایت قریب کے درجہ تک}$$

اب آئینہ ا سے واپس رٹ کر آنے والے نصف حصہ پنسل پر غور کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ نور تختی ت سے نکل کر آئینہ ا کے پاس جانے تک زمین کی مداری رفتار کی وجہ سے ا فضا میں سمت ت ا کے متوازی فاصلہ لا آگے کو بڑھ جاتا ہے اور نور جب اس سے منعکس ہو کر تختی ت پر واپس لوٹتا ہے تو تختی مقام ت پر پہنچ جاتی ہے۔ گویا زمین کی اس مداری رفتار کی وجہ سے نور جو آئینہ ا سے منعکس ہوتا ہے فی الحقیقت راسی زاویہ ۲ عد والے مساوی الساقین مثلث کے مساوی اضلاع پر سے گزرتا ہے جس میں عد زاویہ ضلالت نور ہے دیکھو شکل ۱۴۹۔

پس جب عد = $\frac{r}{c}$ اور مثلث کے جو دو مساوی ضلع ہیں ان میں سے

ہر ایک کا طول ط ذیل کی سادات سے محسوب ہوتا ہے :-

$${}^2\text{ط} = {}^2\text{ل} + {}^2\text{لا}$$

چونکہ لا = ط جب ع = ط $\frac{\text{ط}}{\text{سر}}$ اس لیے

$${}^2\text{ط} = {}^2\text{ل} + \frac{{}^2\text{ر}}{\text{سر}}$$

$$\text{پس } {}^2\text{ط} = \frac{\text{ل}}{\frac{{}^2\text{ر}}{\text{سر}} - 1} = \text{ل} \left(1 + \frac{1}{\frac{{}^2\text{ر}}{\text{سر}}} \right)$$

نہایت قریب کے درجہ تک
نور کو تختی سے نکل کر آئینہ ا سے ٹکرانے اور واپس رٹ آنے
کے لیے وقت

$$\text{وٹ} = \frac{{}^2\text{ل}}{\text{سر}} \left(1 + \frac{1}{\frac{{}^2\text{ر}}{\text{سر}}} \right) \text{ صرف ہوتا ہے۔}$$

اور (وٹ - وٹ) یعنی زمین کی مداری رفتار کے متوازی اور علی القوائم
ستوں میں جا کر متعلقہ آئینہ سے واپس لوٹ آنے کے اوقات میں تفاوت

$$\text{مف و} = \frac{{}^2\text{ل}}{\text{سر}} \left(1 + \frac{1}{\frac{{}^2\text{ر}}{\text{سر}}} \right) - \frac{{}^2\text{ل}}{\text{سر}}$$

$$= \frac{\text{ل}}{\text{سر}} \left(\frac{{}^2\text{ر}}{\text{سر}} \right)$$

وقت کے اس تفاوت کا یہ مفہوم ہے کہ نور کی پینل کے دو نصف حصے تختی سے
پر جب آئینوں سے واپس لوٹ کر ملتے ہیں تو ان کی بیکیٹوں میں اختلاف
واقع ہونا چاہیے بلحاظ اس صورت کے جبکہ زمین کی کوئی مداری رفتار نہ ہوتی۔
اور اس لیے اس فرضی صورت کے اعتبار سے تداخلی بندوں میں ہٹاؤ پیدا
ہونا چاہیے۔

مف و میں نور فاصلہ (مف و) سر طے کرتا ہے اس لیے

تداخلی بندوں کا ہٹاؤ (یعنی نور کے طول موج کی رقموں میں نیپلوں کا تفاوت راہ)

$$\text{مقلد} = \frac{(\text{مقلد})}{\text{ل}} = \frac{\text{ل}}{\text{را}}$$

زمین کی مداری رفتار تو کسی وقت کسی طرح بھی ساقط نہیں ہو سکتی۔ رفتار نور پر اس کا اثر مشاہدہ کرنے کے لیے تجربہ کے سارے آلات کو ایک خاص وضع میں رکھ کر تداخلی بند مطالعہ کیے گئے اور پھر احتیاط کے ساتھ ان کو جسد ۹۰ زاویہ میں گھما کر تداخلی بندوں کا کمر مطالعہ کیا گیا۔ چونکہ زمین کی مداری رفتار آفتاب کے گرد ۳۰ کیلومیٹر فی ثانیہ (تقریباً ۸۱۶ میل فی ثانیہ) ہے اس لحاظ سے مصرعہ بالا استدلال کی بنا پر تداخلی بندوں کے جس ہٹاؤ کی توقع کی جا سکتی تھی وہ متواتر بندوں کے درمیان فی فصل کا ۴ حصہ تھا۔ لیکن جو ہٹاؤ فی حقیقت مشاہدہ ہوا صرف ۳۔۵ سے لے کر ۱۰ حصہ تھا۔ مائیکلسن کا یہ پہلا تجربہ سلسلہ میں جامعہ ہولن اور پھر پوسٹلڈام میں کیا گیا۔ جو بھی ہٹاؤ مشاہدہ ہوا غالباً زیادہ تر آلات کے لگی اور تبدیلی ظلوں کے باعث پیدا ہوا۔ واضح ہو کہ مناظری آلات کو ۹۰ درجہ میں گھمانے سے تداخل پیا کے بازو اپنی سابقہ وضعوں کے علی القراءہ وضعوں میں منتقل ہو جاتے ہیں جس کی وجہ سے تداخلی بندوں جو ہٹاؤ پیدا ہونے کی توقع ہو سکتی ہے اُس متوقع ہٹاؤ کے دوچند ہے جو زمین کی مداری حرکت کے اسقاط و اطلاق سے پیدا ہو سکتا ہے۔

مائیکلسن اور مویر نے یہی تجربہ مزید احتیاط کے ساتھ مقام کلیولینڈ (Cleveland) میں ماہ جولائی ۱۸۸۷ء میں دہرایا۔ اہتر ازول سے بچنے کے لیے تجربہ کے مناظری آلات پتھر کی ایک وسیع تختی پر جائے گئے جو پارے کے بڑے حوض پر تیر رہی تھی اور انتصابی محور کے گرد سہولت کے ساتھ گھمائی جا سکتی تھی۔ ابی دفعہ مناظری راستہ کا طول اسی تھوڑا سا پتھر کی تختی پر جائے ہوئے آئینوں پر سے نور کی نیپلوں کو ایک سمت سے دوسری سمت میں متعدد مرتبہ منعکس کرانے سے حاصل ہوا تھا۔ تداخلی بندوں کا جو ہٹاؤ اس طرح مشاہدہ ہوا پتھر نے صرف ۲ کیلومیٹر فی ثانیہ ہٹاؤ کے متناظر تھا۔ ان تحقیقات کا سلسلہ عرصہ دراز تک جاری رہا۔ چنانچہ

موسر نے اور ملر نے سلسلہ ۱۹۱۸ء سے لے کر سلسلہ ۱۹۲۸ء تک اور اس کے بعد کیلا
ملر سلسلہ ۱۹۲۸ء سے حال حال تک اس آلہ کے ساتھ تجربہ بے کرتا رہا۔ ان کے
علاوہ اور لوگوں نے بھی اس تجربہ کو بار بار دہرایا ہے۔ ملر جس کی تحقیقات کا سلسلہ
سب سے زیادہ وسیع ہے اس نتیجہ پر پہنچا ہے کہ ۱۰ سے ۱۱ کیلو میٹر فی ثانیہ
تک کا ایتھر کا بہاؤ مشاہدہ ہو سکتا ہے جو زمین کی "مطلق رفتار" (۲۸ کیلو میٹر فی ثانیہ)
کا بیسواں حصہ ہے۔ واضح ہو کہ زمین کی "مطلق رفتار" فضا میں ستاروں کے
"بڑے جلاتی ابر" کے ایک نقطہ کی طرف محسوب کی گئی ہے جو مستوی مدار شمس
کے قطب ۲۵ صغیر مستقیم ۵ ساعت اور میل سماوی ۲۰ پر واقع ہے۔ مائیکسن
نے اپنے آخری تجربہ سے جو سلسلہ ۱۹۱۹ء میں کیا گیا تھا ایتھر کے بہاؤ کی رفتار کے لیے
انتہائی قیمت ۶ کیلو میٹر فی ثانیہ اخذ کی۔ دوسرے محققین نے اس سے بھی کمتر
قیمتیں اخذ کی ہیں۔ ٹوماشک (Tomaschek) نے بتایا ہے کہ یہ تجربہ
جب سیاروں اور ستاروں کا نور استعمال کر کے کیا جاتا ہے تو بھی یہی نتیجہ
برآمد ہوتا ہے۔ پس ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ

مائیکسن کے تداخل پیمانے کے ذریعہ جو تجربے کیے گئے ہیں
اُن سے فی الواقعہ زمین کی مکمل "مطلق حرکت" ظاہر نہیں ہوتی۔
غالباً اس طریقہ سے کوئی بھی "مطلق حرکت" ثابت نہیں کی جاسکتی
ہے۔

[ٹراؤٹن اور نوبل (Trouton-Noble) کا تجربہ -

مناظری تجربوں کی طرح برقی اور مقناطیسی میدانوں کے ساتھ بھی تجربہ کر کے مادہ
اور ذر کی رفتاروں کی نسبت کے مربع یعنی (۲) کا اثر محسوس کرنے کی
توقع کی جاسکتی ہے۔ چنانچہ ٹراؤٹن اور نوبل نے تحقیقوں والے ایک
مکثفہ برق کو تحقیقوں کے متوازی ریشہ کے ذریعہ لٹکا کر زمین کی حرکت کا اثر
معائنہ کرنا چاہا۔ - بیکھو شکل منظر -

اگر ہر تختی کا رقبہ ۱۰۰ ہے اور ان دونوں کے درمیان عمودی فاصلہ ۱

برقی بار کی سطحی کثافت σ تختیوں کے درمیانی واسطہ کا مستقل برق گزار حر

تو کثیف کی تختیوں کے مابین برقی میدان
کے جو خطوط قوت ہیں کثیف ان کے
تعلیٰ القوائے حرکت کرنے سے ف
قوت کا ایک متناطیسی میدان پیدا
کرتا ہے جس کی توانائی کی کثافت
م $= \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ ہے
(جس میں ϵ_0 برق گزار کی مطلق
نفوذ پذیری ہے) - لیکن

$$F = \sigma E$$

اگر $r =$ رفتار حرکت (تختیوں کے متوازی)

$$P = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 r$$

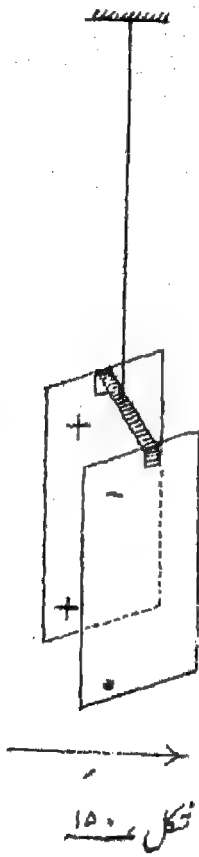
لہذا تختیوں کی درمیانی (حجم میں ط والی)
فضا میں کے متناطیسی میدان کی
مجموعی توانائی

$$U = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 r A$$

کثیف کی برقی گنجائش $C =$ $\frac{Q}{V}$ جس میں V اساسی برقی سکونی
مستقل ہے پس اگر کثیف پر مقدار برقی Q با اور تختیوں کے مابین تفاوت پتہ
ق ہو تو

$$\frac{Q}{C} = V = \frac{U}{P} = \frac{Q}{\sigma} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{U}{PQ} = \frac{1}{\sigma} \Rightarrow C = \sigma$$

متناطیسی میدان کی مجموعی توانائی



$$\frac{ن. ن. ر. س. م. م. ق.}{ط. ۲} = ا. م.$$

مکشفہ کی برقی سکونی توانائی

$$ا. ب. = \frac{۱}{ط.} م. م. (\frac{ق.}{ط.}) س. ط.$$

$$\frac{م. م. ق. س.}{ط. ۲} =$$

پس مکشفہ کی مجموعی مقناطیسی اور برقی سکونی توانائیوں میں نسبت

$$\frac{ا. م.}{ا. ب.} = \frac{ن. ن. م. م. ر.}{ا. ب.} یعنی ا. م. = ا. ب. ن. ن. م. م. ر.$$

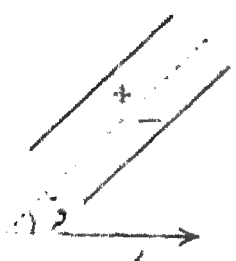
لیکن نور کے برقی مقناطیسی نظریہ کی رو سے

$$ن. م. = \frac{۱}{سر. ط.} جس میں سر رفتار نور ہے$$

$$ا. م. = ن. م. ا. ب. (\frac{ر.}{سر. ط.})$$

اگر رفتار حرکت تختیوں کے متوازی

نہ ہو بلکہ شکل (۱۵۱) کی طرح ان کے ساتھ زاویہ ϕ پر مائل ہو تو بجائے $ر$ کے $ر \cos \phi$ لکھنا ہوگا اور اس طرح



شکل ۱۵۱

$$ا. م. = ن. م. ا. ب. (\frac{ر.}{سر. ط.} \cos \phi)$$

پس مجموعی مقناطیسی اور برقی سکونی توانائیوں کا حاصل مجموعہ

$$ا. = ا. ب. (۱ + ن. م. \frac{ر.}{سر. ط.} \cos \phi)$$

چونکہ از روئے قواعد حرکیات پر نظام کی توانائی بالقوہ کا رُجحان ہمیشہ اقل قیمت اختیار کرنے کی طرف ہوتا ہے اور مکثفہ کی اس حاصل مجموعی توانائی کی قیمت اقل ہوتی ہے جبکہ جم فہ = صفر یعنی فہ = ۹۰° اس لیے مکثفہ ایسی وضع کا متقاضی ہوگا کہ اس کی تختیاں سمت حرکت کے علی القوائم ہوں۔

مکثفہ جب زاویہ فرہ میں گھومتا ہے تو توانائی کا تغیر

$$\text{فرہ} = ۱ - \text{شش}$$

جس میں شش گردش کا معیار اثر ہے۔ اور نفی کی علامت سے ظاہر ہے کہ فہ کے بڑھنے سے ۱ کی قیمت میں کمی واقع ہوتی ہے۔ پس چونکہ ۱ یعنی برقی سکونی توانائی زاویہ فہ کے غیر تابع ہے لہذا مکثفہ کا گردش معیار اثر

$$\text{شش} = \frac{\text{فرہ}}{\text{فرہ}} = \text{ن مراب} \left(\frac{\text{ر}}{\text{رہا}} \right) \text{ جم فہ جب فہ}$$

$$= \text{ن مراب} \left(\frac{\text{ر}}{\text{رہا}} \right) \text{ جب فہ}$$

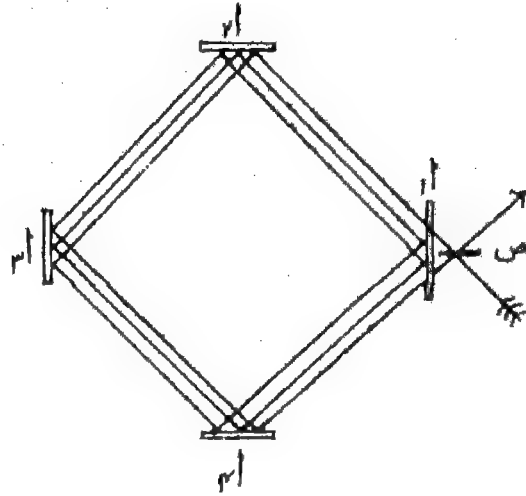
پس یہ گردش معیار اثر اعظم ہوتا ہے جبکہ جب فہ کی قیمت اعظم ہوتی ہے یعنی فہ = ۹۰° یا فہ = ۰°۴۵ واضح ہے کہ

یہ اثر $\left(\frac{\text{ر}}{\text{رہا}} \right)$ کے متناسب ہے اس لیے دوسرے رتبہ کا

اثر ہے۔

ٹراوٹن اور نوبل کا تجربہ مائیکلسن اور موہر لے کے تجربے سے زیادہ حثاس بنایا جاسکتا ہے۔ اس لیے بار بار اس سطح بحر سے مختلف بلندیوں پر دہرایا گیا ہے۔ چنانچہ ٹو ما شاکس (Tomaschek) نے سمندر کی سطح سے ۳۵۰۰ میٹر کی بلندی پر بھی

قرصوں کی تیز حرکت سے اگر ان کے درمیان کی ایتھر ان کے ساتھ کھینچی ہوئی آتی تو وقوع کی گئی تھی کہ گردش سے قبل جو تداخلی بند مشاہدہ ہوئے تھے



شکل ۱۵۲

وہ گردش کی حالت میں اپنی جگہ سے منتقل ہو جائینگے۔ لیکن تجربہ کرنے سے معلوم ہوا کہ ایتھر کا اگر کوئی کھینچاؤ عمل میں آیا بھی ہے تو وہ اس قدر ضعیف ہے کہ اس کی وجہ سے وز کی رفتار میں قرصوں کی گردش کی رفتار کے ایک ہزارویں حصہ کی بھی تبدیلی نہیں واقع ہوئی۔

مداری حرکت میں زمین کا اپنے ساتھ ایتھر کو بھی لیے چلنا۔ مائیکلسن، موسر نے کے تجربہ سے ہم جس نتیجہ پر پہنچے ہیں کہ زمین اپنے ساتھ ایتھر کو بھی گھسیٹ کر لے جاتی ہے یا دوسرے الفاظ میں زمین کی سطح کے قریب برقی مقناطیسی مظاہر زمین کی اضافیت سے وقوع پذیر ہوتے ہیں بادی النظر میں سر آلیوسر لاج کے مصرعہ بالا تجربہ کے منافی معلوم ہوتا ہے۔ لیکن لینارڈ (Lenard) نے بتایا کہ مادہ کی ساخت کے متعلق ہمارے جدید

معلومات کے لحاظ سے ان تمام نتائج کی ایک ساتھ توجیہ ہو سکتی ہے۔ ہم اب ماننے لگے ہیں کہ مادہ غالباً بالکلیہ برقی مقناطیسی خاصیت رکھتا ہے۔ اس کے متعلقہ قوت کے میدان دور تک فضا میں پھیلے ہوتے ہیں۔ یہ میدان اور اس لیے مادہ خود ایتھر کے خاص خاص عمل ہیں جن کے ساتھ توانائی کی بڑی بڑی مقداریں وابستہ ہوتی ہیں۔ پس ہم ان سکتے ہیں کہ ہر ایک مادی جسم اپنے ساتھ اپنے قرب و جوار کی خود اپنی ایتھر کو لیے چلتا ہے ایسا ہی جیسا کہ اپنے تجاذبی قوت کے میدان کو۔ پس عام طور پر فضا کے کس مقام پر بھی ایتھر کی حالت اس کے گرد و نواح کے مادے پر متوقف ہے۔ زمین کی سطح کے قریب زمین کی پوری کمیت کا اثر غالب آجاتا ہے۔ اس لیے کائنات کے بڑے بڑے اجسام اپنی سطحوں سے دور دور تک آگے کو نکلی ہوئی ایتھر کو بھی کھینچ کر لے جاتے ہیں۔ بدیں و جہ زمین جیسے بڑے مادی جسم کے قریب میں جو برقی مقناطیسی عمل صورت پذیر ہوتے ہیں اس کی اضافت سے وقوع میں آتے ہیں۔ پس نور کی رفتار بھی جسم کی اضافت سے سرہا ہے۔ فضا کے اندر کائنات کے ان بڑے منفردہ اجسام سے (جن کو اجرام فلکی کہتے ہیں) کافی دور فاصلوں پر ان کی متعلقہ مقنوس ایتھر میں ایک دوسرے میں مخلوط ہو جاتی ہیں اور ممکن ہے کہ فضا کے ان بھید خطوں میں بقول لینارڈ ایک انتہائی ایتھر موجود ہے جو مادے سے آزاد تمام فضا کو بھر دیتی ہے۔

فلز جیرلڈ لورینٹس سکراؤ (Fitzgerald-Lorentz)

(Contraction) - مائیکلسن اور مورے کے تجربے کے نتیجہ کی فلز جیرلڈ نے ۱۸۹۲ء میں اس طرح توجیہ کی :-

کوئی جسم جب ایتھر میں کافی تیز رفتار سے حرکت کرتا ہے تو قوت کے میدانوں کی تبدیلی کے ساتھ جسم کے اجزاء کو باندھ رکھنے والی قوتوں میں بھی تبدیلی واقع ہو سکتی ہے۔ اور اس کی وجہ سے مائیکلسن کے تداخل پیم کا وہ بازو جو زمین کی رفتار حرکت کے متوازی ہے کھینک اس قدر سکڑ جاتا

ہے کہ اس سمت میں نور کے جا کر واپس آنے کے لیے جو زائد وقت صرف ہوتا ہے (ایٹھر کے پہاؤ کے مفروضہ پر) اس کی عین تلافی ہو جاتی۔ ۱۸۹۵ء میں ہورسینٹس نے اس مفروضہ کو یا قاعدہ طریقہ پر پیش کر کے ثابت کیا کہ اگر کسی جسم کا حقیقی طول حالت سکون میں l ہے تو حرکت کی وجہ سے حرکت کی سمت میں سے سکڑ کر $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ ہو جاتا ہے جس میں v اور c علی الترتیب جسم اور نور کی رفتاریں ہیں۔ پس شکل ۱۲۹ میں l داخل پہا کا بازو l نہیں بلکہ $l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ تصور کیا جانا چاہیے۔ اور جو بازو اس کے تقریباً علی القوائم ہے (در اصل مساوی اساقین مثلث کے مساوی ضلعوں کا طول) زمین کی رفتار کا اس پر اثر بہت ہی خفیف ہے اس لیے اس کا سکڑاؤ بالکل ناقابل لحاظ ہے۔ پس نور کو t سے l تک جا کر واپس لوٹ آنے کے لیے وقت

$$t = \frac{l \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{c} = \frac{l}{c} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

صرف ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ اتنا ہی وقت نور کو t سے l تک جا کر واپس لوٹ آنے کے لیے محسوب ہوا ہے۔ یعنی دونوں اوقات بالکل مساوی ہیں۔ اس امر کا کہ آیا زمین اپنی مداری حرکت میں ایٹھر کو اپنے ساتھ کھینچ کر لے جاتی ہے یا ایٹھر ہر جگہ مطلق سکون کی حالت میں ہے، اصولاً قطعی تصدیق ممکن ہے۔ بشریکہ مائیکلسن مورلے والے تجربہ $\left(\frac{v}{c}\right)^2$ کی تعیین کا کوئی ایسا تجربہ کیا جائے جس میں تجربی نظام کافی تیز رفتار کے ساتھ سطح زمین کی اضافت سے حرکت کرے۔ اگر پہلا قیاس صحیح ہے تو تجربہ کا نتیجہ

(تداعلی بندوں کے ہٹاؤ کے لحاظ سے) اثبات میں برآمد ہوگا اور اگر دوسرا قیاس صحیح ہے تو نفی میں۔ لیکن سر دست اس قسم کے تجربے کی علمی دقتوں پر حاوی ہونا انتہا درجہ مشکل ہے۔ ہم پہلے قیاس کے بوجہ مان سکتے ہیں کہ ایٹھارہویں کے ساتھ کھینچی آتی ہے کیونکہ اس میں زیادہ سہولتیں ہیں اور دوسرے قیاس میں بعض اہم دقتیں جیسا کہ آگے چل کر بیان کیا جائیگا۔

آئنسٹائن کا اصول اضافیت (Einstein's)

(Principle of Relativity)۔ اس نظریہ میں آئنسٹائن نے متحرک واسطوں کی برقی حرکیات کو ایک منظم طریقہ پر قائم کرنے کی غرض سے دو اساسی اصول موضوعہ (postulates) پیش کئے۔ ایک یہ کہ خلا میں نور کی رفتار مستقل برآمد ہوتی ہے مشاہدہ کرنے والا خواہ کسی بھی حالت حرکت میں ہو۔ دوسرا یہ کہ اضافیت کا اصول فطرت کا ایک کالاً عالمگیر کلیہ ہے۔ طالب علم نیوٹن کی میکانیات کے اصول اضافیت سے قبل انہیں بخوبی واقف ہو چکا ہے۔ جس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ میکانیات کے جملہ کلیے حوالہ کے محدود نظام کی یکساں خطی رفتار سے قطعاً متاثر نہیں ہوتے۔

لورینٹس وغیرہ نے ثابت کیا تھا کہ اصول اضافیت برقی مقناطیسی عملوں پر بھی صادق آتا ہے بشرطیکہ رفتار مادہ اور رفتار نور کی خطی نسبت یعنی (سر) اتنی کی حد تک بحث محدود رہے۔ مائیکلسن، مورلی اور ٹراؤٹن، نوبل کے تجزیوں کے منطقی نتائج سے ثابت ہوا کہ زمین کی مداری حرکت (سر) کے دوسرے درجہ کی حد تک بھی کوئی اثر نہیں پیدا کرتی ہے۔ اسی کو پیش نظر رکھ کر آئنسٹائن نے بطور اصول موضوعہ پیش کیا کہ اصول اضافیت تمام طبیعی عملوں پر صادق آتا ہے۔

ذیل میں ہم آئنسٹائن کے "اختصاصی" (special) نظریہ اضافیت کا مختصر حال بیان کریں گے جو مادہ کی یکساں خطی رفتاروں سے متعلق اور ۱۹۰۵ء میں شائع کیا گیا [اس کے عام (general) نظریہ اضافیت پر جو

مادہ کی اسراعی اور گردش حرکتوں سے متعلق ہے اور ۱۹۱۵ء میں شایع ہوا یہاں بہت کم لکھنے کا موقع ملے گا۔
اگر کوئی حوالہ کا فریم (چوکھٹا یا قالب) جس میں کسی واقعہ (event) کے محدود 'لا'، 'ما'، 'ی' اور 'و' ہیں یکساں رفتار کے ساتھ لا کے محور کی سمت میں ایک دوسرے فریم کی انصاف سے جس میں اسی واقعہ کے محدود 'لا'، 'ی' اور 'و' میں حرکت کر رہا ہو تو نیوٹن کی میکانیات کی رو سے مندرجہ بالا محدودوں کے سٹوں (Sets) کے مابین حسب ذیل مساواتیں رابطہ ظاہر کرتی ہیں :-

$$\text{لا} = \text{لا} - \text{رو} \quad \text{ما} = \text{ما} \quad \text{ی} = \text{ی} \quad \text{و} = \text{و}$$

اب فرض کرو کہ 'سین' اس آن میں جبکہ محدودوں کے دونوں مبداء منطبق ہوتے ہیں یعنی تمام محدود صفر ہیں، نور کی ایک موج مشترک مبداء سے پیدا ہوتی ہے تو وقت ویر نور کے ناصبیہ موج کے کسی نقطہ کے محدودوں کی مساوات

$$\text{لا} + \text{ما} + \text{ی} = \text{سرا} \quad \text{ہوگی}$$

اس لیے کہ یہ ایک ایسے کڑہ کی مساوات ہے جس کا مرکز پینڈے پر ہو اور نصف قطر 'سرو'، 'لا'، 'ما'، 'ی' اور 'و' محدودوں کی ریموں میں یہ مساوات

$$(\text{لا} + \text{رو}) + \text{ما} + \text{ی} = \text{سرا} \quad \text{ہو جاتی ہے}$$

اور واضح ہے کہ یہ اس کڑہ کی مساوات نہیں ہے جس کا مرکز نقطہ لا = ۰، ما = ۰، ی = ۰ پر ہو۔

لیکن آئیٹنسٹائین کا منصوبہ ہے کہ ایسا ہونا چاہیے یعنی مساوات
 $\text{لا} + \text{ما} - \text{ی} = \text{سرا}$ صحیح ہونی چاہیے کہ ماٹکسن اور موس لے کے تجربہ سے ثابت ہو چکا ہے کہ نور کی رفتار تمام سمتوں میں

ایک ہی ہے مشاہدہ کرنے والا خواہ پہلے حوالہ کے فریم سے تعلق رکھتا ہو یا دوسرے سے۔

لاسرہر اور لوسرینٹس کی برقی مقناطیسی تحقیقات سے متعلق چند اہم مساواتوں کی مدد سے (جو لاسرہر) لوسرینٹس کے استحالہ کے نام سے مشہور ہیں) آئنسٹائن کے اس منصوبہ کی تصدیق ہو سکتی ہے۔ وہ مساواتیں حسب ذیل ہیں :-

$$\begin{aligned} \text{لَا} &= \frac{\text{لا} - \text{و}}{1 - \frac{\text{و}}{\text{سر}} \frac{\text{لا}}{\text{سر}}} \\ \text{و} &= \frac{\text{و} - \frac{\text{و}}{\text{سر}} \frac{\text{لا}}{\text{سر}}}{1 - \frac{\text{و}}{\text{سر}} \frac{\text{لا}}{\text{سر}}} \end{aligned}$$

مساوات لَا + آ + ئی = سر و میں لَا، آ، ئی اور و کی مندرجہ بالا قیمتیں تو بیض کرنے سے فوراً ثابت ہوتا ہے کہ

$$\text{لا} + \text{آ} + \text{ئی} - \text{سر و} = \text{لا} + \text{آ} + \text{ئی} - \text{سر و}$$

یہ بات یاد رکھنی چاہئے کہ استحالہ کی مندرجہ بالا مساواتوں میں نشان زدہ (یعنی لَا، آ، ئی، و) حروف اور غیر نشان زدہ (سادے) حروف باہم دیگر بدل دیے جانے پر بھی ان کی صحت برقرار رہتی ہے بشرطیکہ ساتھ ہی ر کے بجائے (- ر) لکھ دیا جائے۔

اسیذا اگر لا، ما، ئے و اور لا، ما، ئے و علی الترتیب کسی دوسرے واقعہ کے پہلے اور دوسرے حوالہ کے فریم کے محدود ہیں۔ اور لا۔ لا کے لیے مف لا، و۔ و کے لیے مف و اور دوسرے ایسے مقادیر کے لیے بھی اس طرح لکھا جائے تو چونکہ

$$\frac{4 - 10}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)} = 4, \quad \text{مّا} = \text{ما} = \text{مے} = \text{ے}$$

$$\text{اور و} = \frac{\frac{4}{3} - 0}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)}$$

$$\frac{4 - \text{لا} = \text{مف لا} = 4 - 10 - 10 + 4}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)} = \frac{4 - \text{لا} - 10 - 10 + 4}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)}$$

$$\frac{\text{مف لا} - \text{مف و}}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)}$$

اسی طرح و - و = مف و

$$\frac{\frac{4}{3} - 0}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)} - \frac{\frac{4}{3} - 0}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)} =$$

$$\frac{4 - 10 - 10 + 4}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)} = \frac{4 - \text{لا}}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - 1 \right)}$$

پس خود محدودوں سے متعلق جیسا کہ دیکھا گیا۔

مف لا + مف ما + مف ہی - سر مف و = مف لا + مف ما + مف ہی - سر مف و
معمولی نیوٹن والی میکانیات میں جس میں مف و = مف و یہ مساوات

مف لا + مف ما + مف ی = مف لا + مف ما + مف ی ہو جاتی ہے۔

اور اس کا صرف یہی مفہوم ہے کہ دو واقعوں کے مابین فاصلہ پہلے اور دوسرے نظام میں ایک ہی قیمت رکھتا ہے۔ مندرجہ بالا دو آخری مساواتوں کی مشابہت کو دیکھ کر مینکوسکی (Minkowski) نے

$$\sqrt{\text{مف لا}^2 + \text{مف ما}^2 + \text{مف ی}^2} = \text{مف و}$$

کو فضا اور وقت کے مرکب چار ابعادی مسلسل (Continuum) میں دو واقعوں کا درمیانی ایک قسم کا فاصلہ قرار دیا جو عموماً وقفہ کے نام سے مشہور ہے۔ پس معمولی ہندسہ میں جس طرح دو نقطوں کا درمیانی فاصلہ ایک مطلق مفہوم رکھتا ہے اسی طرح فضا اور وقت کے مسلسل میں دو واقعوں کا درمیانی وقفہ بھی ایک مطلق مفہوم رکھتا ہے۔ اس لیے کہ اس کے لیے جو جملہ اخذ ہوا ہے تمام محدود فریموں میں جو ایک دوسرے کی اضافت سے یکساں حرکت میں ہوں ایک ہی شکل رکھتا ہے۔

لاسر ہر لوسینٹس کے استحالات کی آئینسٹائن نے اس طرح جو ترجمانی کی ہے اس میں بڑی خصوصیت یہ ہے کہ اس کے بموجب مطلق وقت (ایسا جو تمام مشاہدہ کرنے والوں کے لیے ایک ہی ہو) کوئی حقیقت نہیں رکھتا ہے۔ یعنی دو مشاہدہ کرنے والے جو ایک دوسرے کی اضافت سے حرکت میں ہوں کسی واقعہ کے وقوع کے متعلق نہ صرف اس کے مکان (یعنی تمام) کی تعین میں اختلاف رکھتے ہیں بلکہ اس کے زمان (یعنی وقت) کی تعین میں بھی۔

آئینسٹائن کے نظریہ اضافیت کے ذریعہ لوسینٹس - فلز جیوں والے سکڑاؤ کی حسب ذیل توجیہ ہے:- فرض کر دو کہ مشاہدہ ۱ جس کے محدود لا، ما، ی اور و ہیں اپنی گھڑی سے ایک ہی آن میں دو نقطوں کا مشاہدہ کرتا ہے یعنی مف و = ۰ اور اس کے مشاہدہ سے ان دو نقطوں کے

درمیانی فاصلہ کی تعیین مف لا ہے۔

$$\text{پس استحالہ کی مساوات مف لا} = \frac{\text{مف لا} - \text{مف و}}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r'} - 1 \right)} \text{ بوجہ اس کے کہ مف و} =$$

$$\text{مف لا} = \frac{\text{مف لا}}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r'} - 1 \right)} \text{ ہو جاتی ہے۔}$$

$$\text{یعنی مف لا} = \left(\frac{r}{r'} - 1 \right) \frac{1}{2} \text{ مف لا}$$

لیکن مف لا ایک دوسرے مشاہد ب کے مشاہدہ سے اس فاصلہ یا طول کی تعیین ہے۔ پس ظاہر ہے کہ ا نے اس فاصلہ یا طول کی جو تعیین کی تھی ب کی تعیین سے بقدر نسبت $\left(\frac{r}{r'} - 1 \right) \frac{1}{2}$: اکتر ہے۔ اور یہی بوسہ بینش والا سکڑاؤ ہے۔ اس طرح فرض کرو کہ مشاہد ا کے مشاہدہ سے دو واقعوں کے درمیانی مدت کی تعیین مف و ہے اور وہ اس کو ایک ہی مقام پر نظر آئے ہیں (یعنی مف لا = ۰)

$$\text{پس استحالہ کی مساوات مف و} = \frac{\text{مف و} - \frac{r}{r'} \text{ مف لا}}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r'} - 1 \right)}$$

$$\text{بوجہ اس کے کہ مف لا} = ۰ \text{ مف و} = \frac{\text{مف و}}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r'} - 1 \right)}$$

لیکن مف و ایک دوسرے مشاہد ب کے مشاہدہ سے اسی مدت کی تعیین ہے۔ پس جس مدت کی ا نے تعیین کی ہے ب اُس کی تعیین بقدر نسبت $\left(\frac{r}{r'} - 1 \right) \frac{1}{2}$: زائد کرتا ہے۔

آئینسٹائن کے نظریہ سے اضافی رفتار کا ضابطہ بھی معمولی حرکیات والے ضابطہ سے مختلف برآمد ہوتا ہے۔ چنانچہ اگر محور لا کی سمت میں کسی متحرک نقطہ کی رفتار r شخص کرتا ہے تو b اس کو $r - r$ شخص کرے گا یعنی

$$\frac{mf}{mf + r} = \frac{mf}{mf - r} - r$$

لیکن آئینسٹائن کے نظریہ کی رو سے چونکہ

$$\frac{mf - r}{mf + r} = \frac{mf - r}{mf + r} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{r}{c}\right)^2}$$

$$\frac{mf - r}{mf + r} = \frac{mf - r}{mf + r} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{r}{c}\right)^2}$$

$$\frac{mf - r}{mf + r} = \frac{mf - r}{mf + r} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{r}{c}\right)^2}$$

$$\frac{mf - r}{mf + r} = \frac{mf - r}{mf + r} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{r}{c}\right)^2}$$

جو معمولی حرکیات والے ضابطہ سے مختلف ہے الا آنکہ س نامتناہی بڑا ہو۔

آئینسٹائن کی رائے کے بموجب اس مساوات سے فرینیل کے ”اتھیر کے بہاؤ کی قدر“ کی حقیقی توجیہ ہوتی ہے۔ چنانچہ اگر نور کی رفتار کسی ایسے جسم کے اندر جس سے مشابہ المومن ہو $r = \frac{c}{n}$ ہے۔

مر اس جسم کا انعطاف نما ہے اور محدود نور کے ناصیہ موج سے متعلق ہوں

$$\text{تب } \frac{\text{مف ل}}{\text{مف و}} = \frac{\text{ر}}{\text{مر}} - \text{پس اس آخری ضابطہ سے}$$

$$\frac{\text{مف ل}}{\text{مف و}} = \frac{\text{ر} - \frac{\text{ر}}{\text{مر}}}{1 - \frac{\text{ر}}{\text{مر}}} = \left(1 + \frac{\text{ر}}{\text{مر}}\right) (1 - \frac{\text{ر}}{\text{مر}}) \text{ تقریباً}$$

اگر $\frac{\text{ر}}{\text{مر}}$ چھوٹی مقدار ہے - یعنی

$$\frac{\text{مف ل}}{\text{مف و}} = \frac{\text{ر}}{\text{مر}} - \frac{\text{ر}}{\text{مر}} + \frac{\text{ر}}{\text{مر}} \text{ اگر ر والی رقیں متروک کر دی جائیں}$$

$$\text{پس } \frac{\text{مف ل}}{\text{مف و}} = \frac{\text{ر}}{\text{مر}} - \left(1 - \frac{1}{\text{مر}}\right)$$

چونکہ یہ جسم مشاہد ب کی اصناف سے رفتار $(1 - \frac{1}{\text{مر}})$ کے ساتھ حرکت کر رہا ہے یہ بعینہ فزینیل کا جملہ ہے جو اس جسم میں نور کی رفتار کے لیے ب مشخص کرتا ہے -

آئنسٹائن کا اختصاصی نظریہ اصافیت جس کا مختصر سا ذکر اوپر کیا گیا مادہ سے خالی فضاء سے تعلق رکھتا ہے جس میں مادی قوت تجاذب یا دیگر محل اثرات غیر موجود ہیں - جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے آئنسٹائن نے بعد کو ایک "عام" نظریہ اصافیت پیش کیا جس میں ان محل اثرات کو بھی شامل کر لیا جاتا ہے - ان حالات کے تحت بھی (جیسا کہ ہم نے انتہائی آسان مثال پیش کر کے بتایا تھا) دو واقعوں کے درمیان ایک مطلق "وقفہ" مانا جاتا ہے - لیکن اس وقفہ کے لیے جو جملہ اخذ ہوتا ہے سابقہ مختصر جملہ یعنی

$$\text{مف ل}^2 + \text{مف م}^2 + \text{مف ی}^2 - \text{مف و}^2 \text{ سے زیادہ عام اور پیچیدہ}$$

ہے لیکن بریں ہم محدودوں کے تفرقوں کا دو درجی تفاعل ہے - اس تفاعل کی نوعیت اور فضاء و وقت (زمان مکان) میں مادی اجسام اور نور کے راستوں

کی تعین آئیٹنسٹائین کے مصرعہ شرائط سے کی جاتی ہے۔ ان شرائط کی وضع نامتغیر (Invariant) ہے، یعنی تمام مشاہدہ کرنے والے فضاء وقت کے وہ خواہ کوئی سے بھی محدود منتخب کریں ان شرائط سے ماٹل طبیعی تجربوں پر پہنچتے ہیں۔

آئیٹنسٹائین کے عام نظریہ اضافیت اور نیوٹن کی میکانات کے اساسی اصولوں میں اگرچہ انتہائی فرق ہے لیکن اس کے باوجود اکثر و بیشتر صورتوں میں (اور علی الخصوص بڑے اجسام سے متعلق) ان دونوں طریقوں سے جو نتائج اخذ کئے جاتے ہیں ایک دوسرے سے تقریباً منطبق ہوتے ہیں۔ صرف چند ہی مثالیں پیش کی جاسکتی ہیں جن میں ان طریقوں سے صریحاً مختلف نتائج برآمد ہوتے ہیں۔ اور ان نتائج کی عملی طور پر جانچ بھی ہو سکتی ہے۔ چنانچہ ان امتحانوں میں کامیاب ثابت ہونے کے بعد ہی نقادان طبیعیات نے نظریہ اضافیت کو صحیح مانا اور نظری طبیعیات میں اس کا استعمال روز افزوں ہوتی کرتے رہا۔ وہ نتائج حسب ذیل ہیں:-

- (۱) مدار عطارد کے نقطہ حضیف (Perihelion) کی آگے کو حرکت۔
- (۲) تجاذب مادی میدان سے نور کی شعاعوں کا انحراف۔
- (۳) طیف کے سریش کنارہ کی طرف آفتاب اور ستاروں کے عینی خطوط کا ہٹاؤ۔

(۱) عرصہ دراز سے ہیئت دانوں کو معلوم تھا کہ نیوٹن کے کیلر کے تجاذب مادی نظریہ سے عطارد کی مداری حرکت کی کال توجیہ نہیں ہوتی ہے۔ اس ستارہ کو اپنی مداری گردش کے دوران میں آفتاب سے ایک قریب ترین مقام سے نکل کر اس کے بعد کے دوسرے قریب ترین مقام پر پہنچنے کے لیے 20.4° (ایک کال زاویہ گردش) سے خفیف سے زائد زاویہ میں گھومنا پڑتا ہے۔ آئیٹنسٹائین کے نظریہ سے اس کی کافی بھیک توجیہ ہو جاتی ہے۔ اگر اس کال زاویہ گردش کی مدت W ہو عطارد کے مدار کا نصف محور اعظم a اور مدار کا خروج النمرکز e تو اس زائد زاویہ کی قیمت عام نظریہ اضافیت

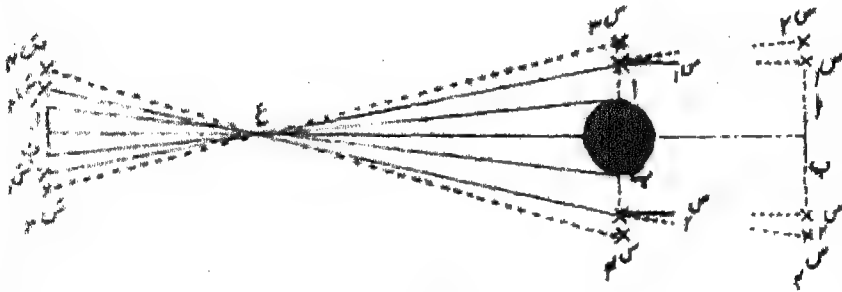
$$\frac{21 \pi 22}{+} \quad \text{و}^2 \text{س}^2 (1 - \text{خ}^2)$$

برآمد ہوتی ہے۔ جو ایک صدی میں $23 +$ ثانیے ہے۔
 لوورٹے (Leverrier) نے ^{۱۸۵۹} شہ ۱۸۵۹ اور نیوکمب (Newcomb) نے ^{۱۸۹۵} شہ ۱۸۹۵ میں نظام شمسی کے بقیہ تمام سیاروں کے مثل اثرات کو محسوب کرنے کے بعد بھی عطارد کی مدار کی حرکت میں نیوٹن - کپلر کے کلیہ سے خفیف سا اختلاف دریافت کیا۔ آئینسٹائن کے نظریہ سے زیادہی اختلاف کی قیمت $(23 +)$ ثانیہ فی صدی) برآمد ہوتی ہے جو مشاہدہ کی قیمت سے قریب قریب منطبق ہے۔

واضح ہو کہ دوسرے سیاروں میں آفتاب سے دوری کی وجہ سے (اور علی الخصوص عطارد کے بعد ہی کے سیارہ زہرہ) کا مدار تقریباً دائرہ ہونے اور اس لیے آفتاب سے قریب ترین و سب سے پہلے کے وقت کا پتہ چلانا مشکل ہونے کی وجہ سے) یہ زاویہ اختلاف مشاہدہ نہیں ہو سکتا۔
 (۲) عام نظریہ اضافیت کی روش سے نور کی شعاع جب کسی مادی تجاذب کے میدان میں سے گزرتی ہے (یعنی بڑے مادی جسم جیسے آفتاب کے قریب پہنچتی ہے) تو اپنے راستہ سے ہڈٹ کر میدان کی طرف خفیف سا مڑ جاتی ہے۔ مثلاً اگر کسی ستارہ کی شعاع جو زمین کی طرف آرہی ہو آفتاب کے مرکز سے بقدر زاویہ فی فاصلہ (آفتاب کے نصف قطر کی رقبوں میں) گزرے تو اس میں $\frac{1}{2}$ انصراف کا زاویہ $\frac{1}{2}$ ہے۔

[یہاں یہ بتا دینا مناسب معلوم ہوتا ہے کہ نظریہ کی روش سے آس انصراف کا ایک نصف حصہ نیوٹن کے کلیہ والے میدان تجاذب کے زیر اثر وقوع پذیر ہوتا ہے اور دوسرا نصف حصہ آفتاب کی وجہ سے فضاء کی ہڈی تبدیلی کے باعث (جو عام طور پر فضائی انحناء کے نام سے مشہور ہے)]۔
 اگر آسمان کے مناظر جیسے (جو مدار شمس پر واقع اور چھدار سیاروں سے

بہرا ہوا ہو) ایسے وقت فوٹو گراف لیا جائے جبکہ آفتاب اس سے ۱۸۰ درجہ نیچے واقع ہو اور پھر اسی جگہ کا فوٹو گراف جب کہ کال سکوف کی حالت میں آفتاب اس خطہ میں موجود ہو تو دقیق پیمائش سے معلوم ہو سکتا ہے کہ ان دو حالتوں میں ستاروں کے ظاہری مقاموں میں قابل لحاظ تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل ۱۵۲ جس میں اب قمر آفتاب ہے، ع دور بین کے دہانہ کا عدسہ اور



شکل ۱۵۲

اب اس عدسہ کے ماسکی مستوی میں حالت سکوف میں آفتاب کا فوٹو۔
 س س دو چکدرستارے ہیں۔ اور س س فوٹو گرافی تختی پر ان کے
 مناظری خیال ہیں جو قمر آفتاب ان سے ۱۸۰ درجہ واقع ہونے کے وقت
 صورت پذیر ہوئے ہیں۔ لیکن آفتاب جب حالت سکوف میں اب پر واقع
 ہوتا ہے اور اس کا خیال اب فوٹو گرافی تختی پر ردنا ہوتا ہے تو اس وقت
 ستاروں س س سے آنے والی ذر کی شعاعیں آفتاب کے تجاذب سے
 متاثر ہو کر اس کی طرف اس طرح مڑ جاتی ہیں گویا س اور س سے آرہی ہیں۔
 یعنی ان کا درمیانی زاویہ بظاہر پہلے سے بڑا نظر آتا ہے اور اس لیے ان کا
 خیال فوٹو گرافی تختی پر س س پر پیدا ہوتا ہے۔ ستاروں کا یہ ظاہری
 ہٹاؤ بہت قلیل ہے لیکن پیمائش کے قابل ہے چنانچہ رائل سوسائٹی آف لنڈن

اد رائل اسٹروٹا میکمل سوسائٹی نے ۲۹ مئی ۱۹۱۹ء کے کال کسوف شمس کے موقع پر ستاروں کے اس انصراف کے مشاہدہ کے لیے ہیست دانوں کی ایک جماعت ساڈوسامان سے آراستہ کر کے سوبرال (Sobral) بریزل بھیجی اور ایک دوسری جماعت پرنسیپ (Principe) مغربی افریقہ روانہ کی۔ فوڈ گرافوں کی بڑی احتیاط اور باریکی کے ساتھ پیمائش کی گئی تو معلوم ہوا کہ آئنسٹائن کے نظریہ سے جو انصراف محسوب ہوتا ہے مشاہدہ سے اُس کی خاطر خواہ تصدیق ہوتی ہے۔

(۳) جوہر کے ہر طبیعی خط کا ایک خاص طول موج ہوتا ہے اور اس لیے ایک خاص تعدد ارتعزاز۔ بدین وجہ ہم جوہر کو ایک گھڑی تصور کر سکتے ہیں اور عام نظریہ اضافیت کے ذریعہ ثابت کر سکتے ہیں کہ جوہر کے طبیعی خط سے جو نوس مشایع یا جذب ہوتا ہے اس کا تعدد اس تجاذبی میدان کے قوت کے تابع ہے جس کے اندر وہ واقع ہے۔ پس اگر کسی عنصر کا جوہر کسی جرم فلک کی سطح پر واقع ہے تو اس کا تعدد اسی عنصر کے کسی ایسے جوہر کے تعدد سے خفیف سا کمتر ہوگا جو مادہ سے خالی فضا میں یا کسی چھوٹے جرم فلک پر واقع ہوگا۔ اس لیے بڑی جسامت کے ستاروں کے طبیعی خطوط اسی عنصر کے سطح زمین والے طبیعی خطوط کی بہ نسبت طیف کے سرخ سرے کی جانب خفیف سا ہٹے ہوئے نظر آنے چاہئیں۔ چنانچہ ع اور ع زمین اور ستارہ پر کے مناظر طبیعی خطوں کے تعدد ہیں تو

$$\frac{ع - ع}{ع} = \frac{م - ک}{ک}$$

جس میں م نیوٹن کا عالمگیر مستقل تجاذب ہے، ک سرور کی رفتار خلا میں، ک ستارہ کی کیت اور م اس کا نصف قطر۔

اب تک آفتاب کے طبیعی خطوط سے متعلق جو پیمائشیں مل میں آئی ہیں آئنسٹائن کے نام نظریہ اضافیت کے اس تیسرے نتیجہ کی صحت یا عدم صحت کے فیصلہ کے لیے ناکافی ہیں۔ نظریہ کی روتہ آفتاب کے طبیعی خطوط کا یہ سرخ کنارہ

کی جانب کا ہٹاؤ ان خطوط کے طول موج کا بیس لاکھواں حصہ محسوب ہوتا ہے۔ واضح ہے ڈایلا اور دیاؤ وغیرہ کے اثرات کی موجودگی میں اس خفیف ہٹاؤ کی پہچان نہایت مشکل امر ہے۔ اس کے ساتھ ہی ہمیں یہ بھی یاد رکھنا چاہیے کہ خود آئنسٹائن نے اپنے عام نظریہ کے اعلان کے وقت صاف و صریح الفاظ میں کہہ دیا ہے کہ اگر اس کے مصرحہ بالائین نتائج میں سے کوئی بھی غلط ثابت ہوا تو اس کا عام نظریہ انا فیت قابل تسلیم نہیں رہ سکتا۔

دسوال باب

افتراقِ نور یعنی نور کا بکھرنا (Scattering)

اور رامن اثر (Raman Effect) — نور کی پینل جب کسی

مادے میں سے گزرتی ہے خواہ وہ ٹھوس ہو یا مائع یا گیس تو اس کی اشاعت میں دو طرح کا فرق پیدا ہوتا ہے۔ پینل مادے میں سے جوں جوں آگے کو بڑھتی ہے اس کی حدت میں کمی واقع ہوتی ہے۔ اس کی وجہ زیادہ تر مادہ کا انجنڈا اب نور ہے لیکن بعض صورتوں میں نور بکھیر بھی جاتا ہے۔ نور کی اشاعت میں جو دوسرا فرق واقع ہوتا ہے مادہ کے اندر اس کی رفتار کی تبدیلی ہے جس کی وجہ سے مرکب نور میں انتشار (dispersion) پیدا ہوتا ہے۔

یہاں ہم کسی قدر تفصیل کے ساتھ انجنڈا و افتراقِ نور پر بحث کریں گے۔ بعض اشیائے مرئی نور کے تمام اجزاء کو تقریباً مساوی نسبت میں جذب کرتے ہیں۔ چونکہ اس سے تمام طول موج کے اشعا عوں میں تقریباً مساوی کمی واقع ہوتی ہے اس لیے اس عالم انجنڈا اب سے نور کی صرف حدت گھٹ جاتی ہے رنگ میں تبدیلی نہیں ہوتی۔ اب تک کوئی ایسی شے دریافت نہیں ہوئی ہے (خواہ وہ ٹھوس ہو یا مائع یا گیس) جو تمام طول موج کے اشعا عوں کو مطابقتاً مساوی نسبت میں جذب کرتی ہے۔ ٹھوس اشیاء میں کاجل کے ہسین معلق ذرات یا پلاٹینم کی نیم شفاف جلیاں نور کے ایک وسیع سلسلہ طول موج

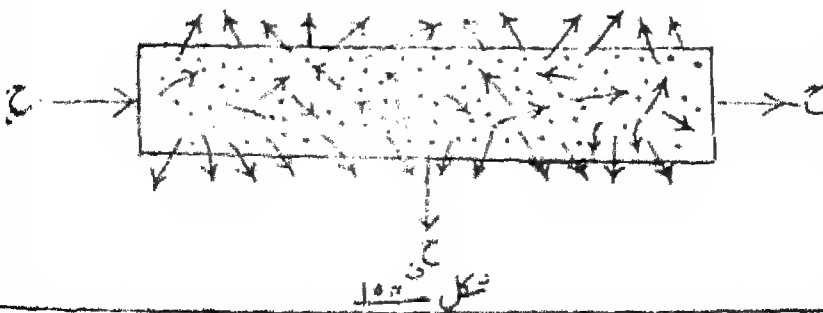
کو تقریباً مساوی حد تک جذب کر سکتی ہیں۔ بہت سے اشیاء بعض طول موج کے اشعاعوں کو زیادہ اور بعض کو کم جذب کرتے ہیں۔ اس لیے ان کا جسم رنگین نظر آتا ہے مثلاً ملونات یا درختوں کے پھول وغیرہ۔ اس قسم کا انجذاب انتخابی کہلاتا ہے۔ ان کے اندر نور کچھ فاصلہ تک داخل ہو کر انفراق (بکھڑاؤ) یا انعطاف کے ذریعے منصرف ہو کر ان کی سطح کے باہر آتا ہے لیکن اس میں سے چند طول موج کے اشعاع جذب ہو جاتے ہیں۔ اشیاء کی ایک اور قسم بھی ہے جن کی سطح پر سے نور کے بعض طول موج کے اشعاع زیادہ منعکس ہوتے ہیں اور بعض کم۔ یہ خاصیت فلزات میں بہت زیادہ مشاہدہ ہوتی ہے مثلاً سونے یا تانبے کی پرتوں میں۔ اسی وجہ سے ان اشیاء میں سطحی رنگ پایا جاتا ہے۔ جو نور ان پرتوں کے اندر سے گزر کر باہر آتا ہے سطحی رنگ کا ختم ہوتا ہے۔

نور کے انجذاب و انفراق میں امتیاز

شیشہ کے ایک لمبے اسطوانہ میں اگر دھواں بھر دیا جائے اور اس کے ایک مستوی پہلو میں سے نور کی پینل اسطوانہ کے محور کے متوازی گزاری جائے (دیکھو شکل ۱۵۳) تو مقابل کے مستوی پہلو میں سے خارج ہونے پر نور کی حد ذیل کے ضابطہ کے لحاظ سے گھٹ جائیگی :-

$$ح = ج \cdot \cos \theta$$

جس میں ح واقع نور کی حدت ہے اور ج خارج نور کی حدت۔ ل دھویں کے اسطوانہ کا طول ہے اور θ انجذابی سر یا انجذاب کی شرح۔



اس تجربہ میں اگر واقع نور کا کوئی جزو بکھر کر اسطوانہ کے مدور حصوں میں سے خارج نہ ہوتا تو جو توانائی خارج نہیں ہوتی ہے ساری کی ساری دھویں میں جذب ہو کر حرارت میں تبدیل ہو جاتی۔ لیکن کچھ جزو بکھر جانے کی وجہ سے حدوتوں کے ضابطہ میں حسب ذیل ترسیم کی ضرورت ہے:

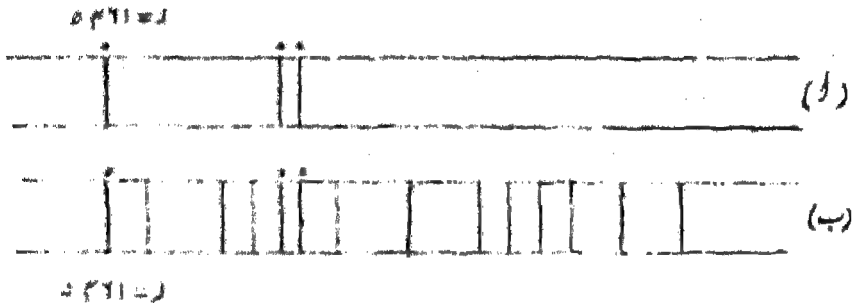
$$ح = ج + قو - (لو + لب) ل$$

جس میں لو حقیقی انجذاب کی شرح ہے اور لب بکھراؤ یا افتراق کی وجہ سے پیدا ہونے والا جزو ہے۔ اکثر صورتوں میں کوئی ایک شرح لو یا لب بمقابل دوسری کے ناقابل لحاظ ہوتی ہے۔ گیسوں کے معمولی انجذاب نور اور ان کے انجذابی طیف پر ایک سابقہ باب میں ذکر آچکا ہے۔

یہاں گیسوں میں نور کی گمگ (Resonance) اور

مسیل اسپاری تڑھڑ (فلوریسنس) کا مختصر ذکر کیا جائیگا۔ گیس کا دباؤ اگر پست نہیں ہے اور واقع نور اس میں جذب ہو جاتا ہے تو نور کی توانائی حرارت میں تبدیل ہو کر گیس کو کسی قدر گرم کر دیتی ہے۔ گیس کا سالمہ یا جو ہر جب نور کی پسل سے توانائی حاصل کرتا ہے اور اس کے بعد کسی اور سالمہ سے ٹکراتا ہے تو اس قسم کے تصادموں سے گیس کے ذرات کی اوسط توانائی میں اضافہ ہوتا ہے۔ نور سے توانائی حاصل کر لینے کے بعد سالمہ تقریباً 10^{-10} یا 10^{-9} ثانیہ تک اس توانائی کا حامل رہ سکتا ہے اگر اس دوران میں وہ کسی دوسرے سالمہ سے تصادم نہ ہو تو اس کی یہ توانائی حاصل کردہ توانائی اشعاع کی صورت میں خارج ہو جاتی ہے پست دباؤ کی صورت میں دو تصادموں کے مابین وقت نسبتہ زیادہ ہوتا ہے۔ اس لیے گیس اشعاع کا ایک ثانوی مبداء بن جاتی ہے۔ ان صورتوں میں یہ اشعاع عموماً واقع نور ہی کے طول موج کا ہوتا ہے۔ اور ملکی اشعاع کہلاتا ہے۔ بعض اوقات ایسے اسباب بھی پیدا ہوتے ہیں جن سے اس ثانوی اشعاع

کا طول موج واقع نور کے طول موج سے بڑھ جاتا ہے۔ اس کیفیت کو سیل اسپاری تڑھڑ (فلوریسینس) کہتے ہیں۔ خواہ ٹھکی اشعاع ہو یا سیل اسپاری واقع نور کی پٹیل سے چند اشعاع متردک ہو جاتے ہیں اور اس لیے آنجنڈائی مادہ میں سے جو نور برآمد ہوتا ہے اس کے طیف میں ان اشعاعوں کی جگہ سیاہ خطوط نظر آتے ہیں۔ شکل ۱۵۵ میں ایوڈین کے سیل اسپاری تڑھڑ کا طیف بتایا گیا ہے۔



شکل ۱۵۵

- (ا) پارے کی توس کا طیف۔ یہاں فرض کیا گیا ہے کہ سیدھے جانب طول موج بڑھتا ہے۔
(ب) ایوڈین کے سیل اسپاری تڑھڑ کا طیف۔

جامد اور مائع اشیاء کا سیل اسپاری تڑھڑ۔

اگر کوئی جامد یا مائع شے ایسے نور سے منور کی جاتی ہے جس کو وہ جذب کر سکتی ہے تو اس سے سیل اسپاری تڑھڑ پیدا ہو سکتا ہے۔ اسٹوکس (Stokes) کے کلیہ کے بموجب اس تڑھڑ کے نور کا طول موج جذب کردہ نور کے طول موج سے ہمیشہ بڑا ہوتا ہے۔ پانی میں فلوروسین کا محلول سفید نور کے نیلے جز کو جذب کر لیتا ہے اور سبز رنگ کا سیل اسپاری تڑھڑ

پیدا کرتا ہے۔ بعض ٹھوس اشیاء کا سیل اسپاری تڑھرو واقع نور کے جذب ہونے کے بعد کسی ثانویوں بلکہ دقیقوں تک جاری رہتا ہے۔ اس کے لیے فوسفوریسینس کا محض تڑھرو نام رکھا گیا ہے۔

پارے کی قوس کے بالائے بخشی نور کو بعض اشیاء میں سے گزار کر فلوریسینس کا نہایت دلچسپ نظارہ مشاہدہ کیا جاسکتا ہے۔ نکل آکسائیڈ کے ایک خاص قسم کے شیشے میں سے پارے کی قوس کا نور جب گزرتا ہے تو چونکہ وہ تقریباً تمام مرئی نور کے اشعا عوں کو جذب کر لیتا ہے لیکن $\lambda = 3650$ کے قریب کے طیفی خطوط کے تیز شدت والے مجسمہ کو کامل آزادی کے ساتھ اپنے میں سے گزرنے دیتا ہے اس لیے اس کے سامنے بعض شخات نامیاتی وغیرہ نامیاتی اشیاء (مثلاً معدنی فلکیں) ترتیب دینے سے ان کا سیل اسپاری تڑھرو نہایت درجہ بڑھ جاتا ہے ہوتا ہے اور جواہرات کی نمائش میں بکثرت استعمال ہوتا ہے۔

انتخابی انعکاس — چند اشیاء بعض طول موج کے

اشعا عوں کو بہ نسبت دوسرے طول موج کے اشعا عوں کے بہت زیادہ منعکس کرتے ہیں۔ یہ اگر غیر موصل برق (برق گزار) ہیں تو اس قسم کا انعکاس عموماً ان طول موج کے اشعا عوں سے متعلق صورت پذیر ہوتا ہے جن کو وہ شدت کے ساتھ جذب کرتے ہیں۔ انتخابی انعکاس انجذاب اور ممکی اشعا ع میں بہت نزدیک کارشتہ ہے جن کی توضیح آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ کے ایک تجربہ سے بخوبی ہو سکتی ہے۔ ایک ملی میٹر کی چھوٹی ڈکسر کے دباؤ کے تحت پارے کے بخار کو پارے کی قوس کے طیفی خط $\lambda = 2536$ کے نور سے منور کیا جائے تو بخار ممکی اشعا ع دینے لگتا ہے۔ جیسے جیسے بخار کا دباؤ بڑھایا جاتا ہے ممکی اشعا ع بخار کی سطح پر جہاں واقع اشعا ع داخل ہوتا ہے زیادہ زیادہ مرتکز ہوتا ہے یعنی بخار جس برتن میں بھرا ہوتا ہے اس کی اندرونی سطح پر۔ بالآخر کافی بڑے دباؤ پر ثانوی اشعا ع نظر سے غائب

ہو جاتا ہے الا اس صورت میں کہ زاویہ انعکاس کی سمت میں دیکھا جائے۔ اس سمت میں واقع اشعاع کا کمال ۲۵ فی صدی جزو معمولی طریقہ پر منعکس ہوتا ہے۔ اور بقیہ جذب ہو کر حواس و سالمات کے تصادم سے حرارت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہ شدید انعکاس صرف $25\% = 25\%$ کے اشعاع کے لیے مخصوص ہے۔ دوسرے طول موج کے اشعاع بخار میں سے آزادی کے ساتھ منتقل ہو جاتے ہیں۔ یہ تجربہ گئی اشعاع سے لے کر انتخابی انعکاس تک کے مسلسل استحالہ کی تعبیر کرتا ہے۔

پھوٹے ذرات سے نور کا افتراق یعنی بکھرا نا
افتراق نور کے لیے جیسا کہ شکل ۱۵۳ والے تجربہ میں بیان ہوا ہے اجزاء کے ابعاد چھوٹے ہونے چاہئیں تاکہ واقعہ پسل جس سمت میں سے گزاری جاتی ہے اس کے علی التوا کسمتوں میں سے نور بکھر کر نکل سکے۔ افتراق نور کو انعکاس و انکسار دونوں کے ساتھ قریبی تعلق ہے جیسا کہ ذیل کے استدلال سے واضح ہوگا۔ اگر نور کی مستوی موجیں کسی ایسے غیر شفاف جسم پر واقع ہوں جس کے ابعاد واقع نور کے طول موج سے بڑے ہوں تو اس جسم کی سطح پر کے برقی بار مرتعش ہو کر نور کے مختلف ناصبہ ہائے موج میں جو ان سے شائع ہونگے، ہوینگے، اصول کے تحت ایک باقاعدہ تفاوت ہیئت پیدا کریں گے۔ البتہ جسم کے کناروں پر سے شائع ہونے والے ناصبہ ہائے موج میں تفاوت ہیئت باقاعدہ نہ ہوگا اور اس لیے ان میں انکساری کیفیت صورت پذیر ہوگی لیکن یہ حیثیت مجموعی جسم کی سطح پر سے نور کی جو موجیں شائع ہونگی ان میں تفاوت ہیئت کی باقاعدگی سے انعکاس کی کیفیت ظاہر ہوگی۔ جسم کے ابعاد اگر طول موج سے کمتر ہوں تو اس سے شائع ہونے والی موجیں مستوی نہ ہونگی بلکہ بڑی حد تک کروی ہونگی اور اس لیے ہر طرف پھیل جائیں گی اور اس طرح واقع نور میں افتراق پیدا ہوگا یعنی وہ ہر طرف بکھر جائیگا۔
سب سے پہلے متوفی لارڈ ریلی نے شعاع میں چھوٹے ذرات سے

افتراقی نور کا کئی حیثیت سے مطالعہ کیا اور ماحول کی فضا سے مختلف انعطافات نما والے ذرات سے بکھرے ہوئے نور کی حدت کا ضابطہ دریافت کیا۔ شرط یہی رکھی کہ ذرات کے غلطی ابعاد واقع نور کے طول موج سے کمتر ہوں۔ اس وقت چونکہ عصر جدید کے کلیات منکشف نہیں ہوئے تھے۔ افتراقی نور کے ضابطہ کی تعیین طبیعیات کے قدیم اصول ہی پر ہوئی تھی۔ اس لیے اس قسم کا افتراقی نور ریلے والا افتراقی کہلاتا ہے اور اس کا ضابطہ کلاسیکل ضابطہ کے نام سے منسوب ہے۔ ابعاد کے طریقہ سے یہ ضابطہ فوراً حاصل ہو سکتا ہے۔ چنانچہ فرض کرو کہ واقع نور کا حیض ارتعاش λ ہے اور ذرہ سے فاصلہ r پر نور کی بکھری ہوئی موج کا حیض b ہے۔ واضح ہے کہ b براہ راست λ کے تناسب ہے اور r کے بالعکس تناسب۔ اگر ذرہ کا حجم V فرض کیا جائے تو b کو V کے ساتھ راست تناسب تصور کیا جاسکتا ہے بشرطیکہ V ایک حد سے تجاوز نہ ہو۔ پس

$$b = \frac{\lambda}{V} r$$

جس میں r ایک مستقل ہے۔ b اور λ کے ابعاد ایک ہی ہیں۔ $\frac{b}{\lambda}$ کے ابعاد صفر ہیں اس لیے $\frac{b}{\lambda}$ کے ابعاد بھی صفر ہونے چاہئیں۔ $\frac{b}{\lambda}$ کے ابعاد طول کے مربع میں یعنی (L^2) پس r کے ابعاد (L) ہونے چاہئیں۔ افتراقی نور کے اس ضابطہ میں اب تک جس چیز کا لحاظ نہیں کیا گیا وہ نور کا طول موج λ ہے پس ضابطہ میں r کو جو مستقل مانا گیا دراصل (L^2) کے تناسب ہے۔ یعنی مکمل ضابطہ

$$b = \frac{\lambda^2}{V} r$$

بکھرے ہوئے نور اور واقع نور کی حدتیں b اور λ کے مربع کے

لحاظ سے بدلتی ہیں لہذا بکھرے ہوئے نور کی مدت (۱۰) کے متناسب ہے۔
 سُرخ نور کا طول موج تقریباً ۷۰۰ انگسٹروم ہے اور بنفشی نور کا طول موج
 تقریباً ۴۰۰ انگسٹروم پس

لہ سُرخ = ۷۰۰ لہ بنفشی
 لہ بنفشی = ۴۰۰
 لہ بنفشی = ۱۰۸ لہ بنفشی
 یعنی بنفشی نور کا افتراق سُرخ نور کے افتراق
 کی بہ نسبت تقریباً دس گنا زیادہ ہوتا ہے۔

سالمی افتراقِ نور - اگر کسی خالص بے رنگ مایع کو

گرد و غبار سے بالکل بے پاک و صاف کیا جائے اور اس کے اندر سے سفید نور کی
 پینسل گزاری جائے تو اندھیرے کمرہ میں پینسل کے ملی القواہم سمت میں بنور دیکھنے
 سے معلوم ہوگا کہ مایع سے نیلے رنگ کا نور بکھر کر شائع ہوتا ہے۔ اس سے یہ نتیجہ
 برآمد ہوتا ہے کہ مایع کے سالمات خود نور کو بکھڑا دیتے ہیں۔ چونکہ نیلے رنگ
 کے نور کا طول موج بہ نسبت دوسرے مرئی رنگوں کے چھوٹا ہوتا ہے اس لیے
 وہ ریلے کے کلیہ کی روش سے بہت زیادہ بکھڑتا ہے اور بازوؤں سے خارج
 ہوتا ہے۔ گہرے سمندر اور فزات سے پاک تالابوں کا پانی بھی زیادہ تر
 اس وجہ سے نیلا نظر آتا ہے۔ گرد و غبار سے پاک کی ہوئی گیس بھی اسی طرح
 بازوؤں سے نیلی نظر آتی ہے لیکن اس میں نور کا افتراق نسبتاً کم ہوتا ہے
 تا وقتیکہ گیس کا دباؤ کافی بڑا نہ ہو یعنی بکھڑنے والے سالمات کی تعداد کافی
 بڑی نہ ہو۔ اسی بنا پر ریلے نے ثابت کیا کہ آسمان کا نیلا رنگ ہوا کے
 سالمات سے سفید نور کے بکھڑ جانے سے پیدا ہوتا ہے۔ اور طلوع و غروب
 کے وقت آفتاب اس لیے سُرخ دکھائی دیتا ہے کہ اس کی شعاعیں ہم کو
 اُس وقت ہوا میں سے راست گزر کر نظر آتی ہیں ان میں سے نیلے رنگ
 کا نور بکھر کر دوسری سمتوں میں پھیل جاتا ہے اور باقی ماندہ سُرخ نور ہی ہم تک
 پہنچتا ہے۔

کیسوم (Keesom) اور آئنسٹائن (Einstein)

نے گیسوں کے اس سالمی افتراق کے لیے مزید تحقیق کے بعد مضابطے اخذ کیے ہیں۔ ہم ذیل میں کیسوم کا مضابطہ لکھ دیتے ہیں جو نظریہ متحرک کے جدید انکشافات کو پیش نظر رکھ کر حاصل کیا گیا ہے اور جس میں افتراق کیوجہ گیس کی کشافت کا اتار چڑھاؤ مانا گیا ہے۔ اس لحاظ سے اگر بکھرے ہوئے نور کی مقدار مکعب سنتی میٹر قی فرض کی جائے تو

$$Q = \frac{1}{2} \pi \frac{1}{r^2} (1 - \frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}) \frac{m^2 v^2}{N} \frac{1}{h^2} \frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}$$

جس میں $\frac{1}{2} \pi \frac{1}{r^2}$ کا انعطاف نما ہے، سرگیس کا مستقل، $\frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}$ اس کی مطلق

تپش، N سالمات کی تعداد فی اکائی حجم یعنی ایووگیڈرو کا عدد ہے اور $\frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}$ اور $\frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}$ بالترتیب گیس کا دباؤ اور حجم ہیں۔ لہ بکھرے ہوئے نور کا طول موج ہے۔ اس مضابطہ کی مدد سے ایووگیڈرو (Avogadro) کا عدد دریافت ہو سکتا ہے۔ کیسوم کا مضابطہ جب ہوا کے افتراق نور پر مانا گیا جاتا ہے تو نائٹروجن اور آکسیجن کے انکشافات نماؤں کی قیمت ایک ہی تصور کی جاسکتی ہے اور $(1 - \frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2})$ میں $\frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}$ کو تقریباً اکائی مانا جاسکتا ہے اس لحاظ سے $(1 - \frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2})$ کی قیمت تقریباً ۱ برآمد ہوتی ہے اور چونکہ کلیہ بائیل کی مدد سے $\frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2} = \frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}$ دینے گیس کا دباؤ اس لیے

$$Q = \frac{1}{2} \pi \frac{1}{r^2} (1 - \frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}) \frac{m^2 v^2}{N} \frac{1}{h^2} \frac{1}{2} \frac{h^2}{m^2 v^2}$$

مندرجہ ذیل پر سے آفتاب کی چمک اور آسمان کی سمت راس کی چمک کا مشاہدہ کے لیے دیکھو، مضابطوں کی مدد سے N کی قیمت 10^{24} کے قریب دہوار میں برآمد ہوتی ہے جو دوسری اور براہ راست حاصل شدہ قیمتوں سے مطابقت پاتی ہے۔

رامن اثر (Raman Effect) — میکانات کے اصول سے ہمیں معلوم ہے کہ جب کسی ہیلے مادہ موسیقی ارتزاز کرنے والے جسم پر ایک بیرونی دوری قوت عمل کرتی ہے تو جسم بھی دوری حرکت کرنے لگتا ہے جو صرف دو تعددوں پر مشتمل ہوتی ہے ایک وہ جو خود اس جسم کا طبعی تعدد ω ہے اور دوسرا جو بیرونی دوری قوت کا تعدد ω_0 ہے۔ یہ اسی وقت تک صحیح ہے جب تک کہ جسم کو اس کی اصلی وضع میں بازگشت کرانے والی قوت ہٹا دیا نقل مکان کے ماحول سے تعلق ہو لیکن اگر یہ قوت ہٹاؤ کے مربع یا کعب وغیرہ کے بھی متناسب ہو یعنی غیر موسیقی ارتزاز کرنے والے جسم پر دوری قوت عمل کرتی ہے تو $\omega \pm \omega_0$ کے مزید ترکیبی ارتزاز بھی وقوع میں آتے ہیں۔ صوتیات میں طالب علم نے ترکیبی سروں کی پیدائش وغیرہ کا مطالعہ کیا ہوگا۔ سیر سی وی رامن (Sir C. V. Raman) نے بڑی حدت کے یک رنگی نور کو گرد و غبار سے پاک اختیار میں سے بکھرا کر ثابت کیا کہ ترکیبی تعدد نور کے اشعاع میں بھی پیدا ہوتے ہیں۔ جس مادے میں سے نور بکھرتا ہے اس کے سالمات کے مرکزہ (Nucleus) کے ارتزازوں اور محوری گردشوں وغیرہ کے طبعی تردد ω واقعہ کے تردد ω_0 کے ساتھ ترکیب کھانے سے بکھرے ہوئے نور میں نہ صرف $\omega \pm \omega_0$ کا اشعاع مشاہدہ ہوتا ہے بلکہ $\omega \pm 2\omega_0$ کے اشعاع بھی دکھائی دیتے ہیں۔ ان تجربوں کا آغاز اگرچہ رامن اور اس کے ساتھیوں نے کلکتہ میں ۱۹۲۱ء میں کیا تھا لیکن صحیح کیفیت کا انکشاف رامن کو شکاگو میں ہوا جبکہ وہ کو مپٹن اثر (Compton Effect) کا مطالعہ کر رہا تھا۔ اس نے خیال کیا کہ جوہر میں سے جب برقیہ خارج ہوتا ہے تو جوہر کی برقی حالت میں ایک شدید تبدیلی پیدا ہوتی ہے پس اگر برقیہ پوری طرح خارج نہ ہو بلکہ جوہر کے اندر ہی رہ کر توانائی کے بلند ترین تک پہنچا دیا جائے تو جوہر کی حالت میں تختہ تبدیلی ممکن ہے جو اشعاع کے طول موج کے آثار چڑھاؤ کی شکل میں رونما ہو سکتی ہے۔

۱۹۲۲ء میں رامن نے خالص پانی اور چند نامیاتی مایعات مثلاً

بنزین، ٹولون، وغیرہ میں سے پارے کے قوسی لپ کے چند طبعی خطوط کے اشعا عمل کو علیحدہ علیحدہ بکھرا کر دیکھا تو بکھرے ہوئے نور میں سب سے زیادہ حدت کا نور واقع نور ہی کے تعدد کا تھا (جیسا کہ قدیم طبیعیات کے نظریہ سے متوقع ہوتا ہے) لیکن اس کے علاوہ اس سے کمتر تعدد کے کئی نئے طبعی خطوط اور چند زائد تعدد کے مدغم خطوط بھی دکھائی دیے۔ فلوریسنس کے طیف کی تقلید میں اول الذکر خطوط کے لیے اسٹوکسی خطوط اور ثانی الذکر کے لیے صند اسٹوکسی خطوط نام رکھا گیا۔ یہ بھی معلوم ہوا کہ خطوط کے تعدد میں اس طرح کی جو بیشی اور کمی پائی جاتی ہے۔ اس کی مقدار نور کو بکھرانے والے مادہ کی نوعیت پر منحصر ہے۔ اور ہر واقع یک نئی نور جب بکھرتا ہے تو عموماً متعدد اسٹوکسی اور صند اسٹوکسی خطوط پیدا کرتا ہے جن میں سے چند مستوی قطب ہوتے ہیں۔

رامن اثر اور فلوریسنس میں بڑا فرق یہ ہے کہ فلوریسنس والے خطوط کے تعدد ان کے محرک خطوط کے غیر تابع ہوتے ہیں لیکن رامن اثر کے خطوط کو ان کے محرک خطوط کے ساتھ حسب ذیل ربط ہے :-

اگر ج واقع بنے محرک نور کا تعدد ہے تو رامن خطوط کے تعدد

$$ج \pm ج' \quad ج \pm ج'' \quad \dots \dots ج \pm ج^{(n)}$$

نور کو بکھرانے والی شے کے انجذابی طیف کے واقعی پائیں سرخ تعدد ہیں یا ایسے تعددوں کے تفاوت۔ مثلاً اگر محرک خطوط پارے کے بخاری لپ سے ۲۴۳۵۲، ۲۴۲۹۰، ۲۴۲۴۰، ۲۴۱۲۱ اور ۲۲۹۳۹ ستر موج عدد (wave numbers) کے ہوں تو بنزین کے سالمات سے بکھرنے کے بعد ان سے علی الترتیب ۲۲۲۹۴، ۲۲۲۳۱، ۲۱۶۲۶ اور ۱۹۸۴۴ ستر موج عدد کے رامن خطوط پیدا ہوتے ہیں جس سے ظاہر ہے کہ ہر ایک خط طیف کے سرخ کنارے کی جانب تقریباً بقدر ۳۰۶۰ ستر ہٹ جاتا ہے اور پائیں سرخ خط لہ = ۳۵۲۴ مہ (۴۴) یعنی ۲۲۴۰۰ انگسٹروم اکائیوں کے متناظر ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ بنزین کے پائیں سرخ انجذابی طیف میں لہ = ۳۵۲۵ مہ کا ایک زبردست بند

شامل ہے۔ فلوریٹس اور رامن خطوط میں ایک دوسرا فرق یہ ہے کہ ان کی حدیں ایک دوسرے سے مختلف رتبہ کی ہوتی ہیں اور اکثر رامن خطوط شدت کے ساتھ مقطب ہوتے ہیں۔

چند مستثنیات کو چھوڑ کر رامن خطوط پائین سرخ طیف کے مشاہدہ شدہ بندوں کے مناظر ہوتے ہیں لیکن ان ہٹے ہوئے خطوط کی اضافی حدوں اور ان کے مناظر پائین سرخ بندوں کی حدوں میں کوئی تعلق نہیں ہوتا ہے۔ مثلاً بنزین کا $\lambda = 91.45$ مہ والے خط پر ایک زبردست استجدائی

بند ہے۔ ٹولونین کا $\lambda = 91.46$ مہ پر اور کلورو بنزین کا $\lambda = 91.46$ مہ پر۔ لیکن پرنکس ہائیم (Pringsheim) نے دریافت کیا کہ

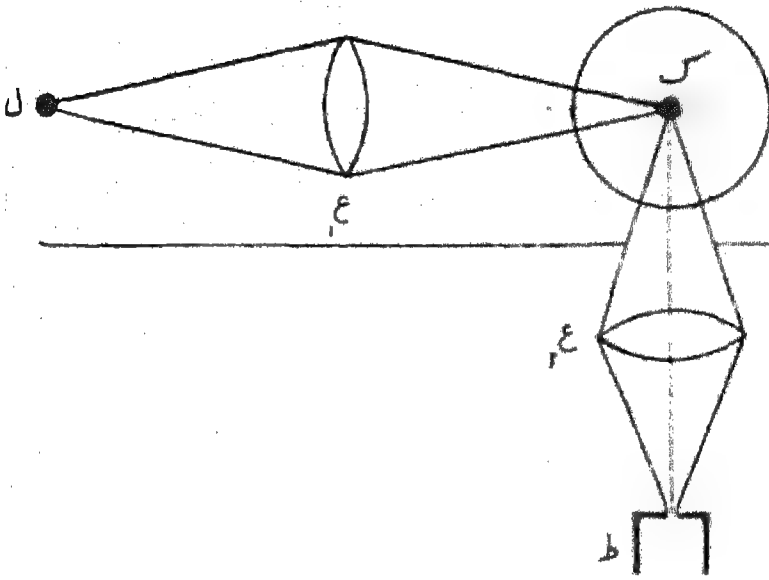
بکھرے ہوئے نور میں ان بندوں کے مناظر تہذروں کے ہٹاؤ والے خطوط کا پتہ نہیں چلتا۔ معہذا ان اشیاء کے سب سے بڑی حدوں کے رامن خطوط کا جب مطالعہ کیا جاتا ہے تو ان کے ہٹاؤں کے تعدد علی الترتیب ۱۰.۱۳ مہ ۱۰.۵۲ مہ اور ۱۰.۶۰ مہ پائین سرخ والے بندوں کے مناظر ہوتے ہیں جو ان اشیاء کے سب سے زیادہ زبردست پائین سرخ والے بند نہیں ہیں۔

ایک رامن خط پائین سرخ طیف کے ایک ایسے مرور (transition) کے مناظر ہے جو قواعد انتخاب (Selection Rules) کی رو سے ممنوع ہے جس سے ظاہر ہے کہ رامن اثر کے خطوط کے ذریعہ سالمات کی توانائی کی ایسی سطحوں کا بھی پتہ چلانا ممکن ہے جو کسی اور طریقہ سے دریافت نہیں ہو سکتیں۔

آلات تجرید — رامن اثر کے مطالعے کے لیے ابتداء

نہایت ہی سادہ آلات استعمال ہوئے چنانچہ اول اول جو تجربے کیے گئے ان میں پارے کے قوسی لمب ل کا نور ایک بڑے محدب عدسہ ع کے ذریعہ مشیشہ کے بڑے کرہ ک کے مرکز پر مرکوز کیا گیا۔ جس مایع کا افتراق نور مقصود تھا وہ کرہ میں بھر دیا گیا۔ اور بکھرا ہوا نور وقوع کے

علی القوائم سمت میں (دیکھو شکل ۱۵۶) ایک دوسرے عکسہ ع کے ذریعہ طیف پیمانی کی جھری پر مرکز کیا گیا۔

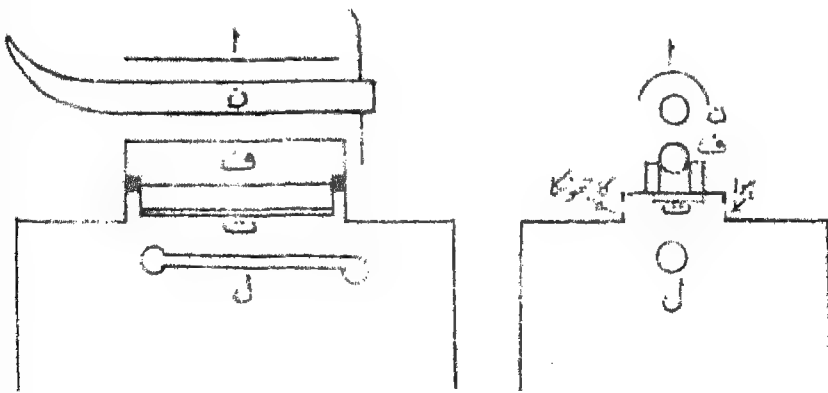


شکل ۱۵۶

شکل سے واضح ہوگا کہ تجربہ کا اصول انتہا درجہ سادہ ہے۔ صرف اس بات کی کوشش درکار تھی کہ مبدائے نور بڑی سے بڑی حدت کا ہو اور اچھی استعداد کا طیف رنگار ہوتا کہ بکھرے ہوئے نور کے طیفی خطوط صاف دکھائی دیں اور کم وقت میں ان کے فوٹو گراف حاصل کیے جائیں۔ مندرجہ بالا ترتیب سے ابتداءً چند گھنٹوں کے تقریب بغیر فوٹو گراف دستیاب نہ ہو سکے۔ یہی قضیہ تھیں جو اس ہمہ گیر اثر کے اس سے پہلے منکشف ہونے میں حامل ہوئیں۔

رامن اثر کی بڑھتی اہمیت کے مد نظر تجربہ کی ترتیب میں بہتری اصلا میں کی گئیں۔ چنانچہ آر۔ ڈبلیو ووڈ (R. W. Wood) نے

جو آلہ استعمال کیا ہے شکل ۱۵۷ میں بتایا گیا ہے۔
 ن ایک لمبی ٹلی ہے جس کے اندر مائع یا بڑے دباؤ کے تحت گیس بھری جاتی ہے۔ ٹلی کا وہ سراج کیفیت نما کے مقابل ہوتا ہے متوی ہے اور دوسرا سراج
 قرین نما اور کھلے یا ہرانا کہ نور اور سے منعکس نہ ہوئے پائے۔ اس کے نیچے پارے
 کی لمبی قوس کا ایک لپ ل ٹلی کے تقریباً متوازی رکھا ہوتا ہے۔ ان دونوں
 کے بیچ میں ایک دوسری متوازی ٹلی ف سوڈیم نائٹریٹ یا کسی دوسرے
 مناسب محلول سے بھری رکھی جاتی ہے تاکہ فلٹر کا کام دے یعنی قوس کے
 طیف سے حسب ضرورت خاص خاص اشعاع استعمال کیے جا سکیں۔ ٹلی ف
 مہذا بطور اسطوائی عدسہ کے ٹلی ن کے اندر نور کو مرکوز بھی کرتی ہے۔ نور کا
 بھراؤ بڑھانے کی غرض سے ن کے اوپر ایک نصف اسطوائی غول کی شکل کا
 آئینہ بھی رکھا جاتا ہے۔ بعض اوقات ٹلی ف کے نیچے ایک تختی ت
 بھی رکھ دی جاتی ہے تاکہ مزید فلٹر کا کام دے اور ف کے اندر کے محلول
 کو کیمیائی تجزیہ سے بچائے۔ دواؤں بقریہ قوسی لپ اور فلٹرنی کے بیچ میں سے
 ہوا مسلسل جھرنکی جاتی ہے تاکہ آلہ گرم نہ ہونے پائے۔



شکل ۱۵۷

شکل ۱۵۷ کے بائیں جانب آلہ کی ایک تراش بتائی گئی ہے جو مشاہدہ کی تلی ن اور فلٹرف وغیرہ کے محوروں میں سے گزرتی ہے۔ طیف نگار کا توازی گرن کے سامنے رکھا جاتا ہے۔ دونوں کے محور ایک سیدھ میں ترتیب دیے جاتے ہیں۔ اسی شکل کے سیدھے جانب آلہ کی علی القرائم تراش بتائی گئی ہے۔ اس آلہ سے رامن اثر کے فوٹو گراف چند منٹوں میں حاصل ہو سکتے ہیں۔

رامن اثر کے مطالعہ کے لیے مبداءِ نوس —

ریبلے کا افتراق نور کا کلیہ کہہ سکتے ہیں کہ نور کی حدت محرک نور کے طول موج کی چرتھی توت کے بالعکس بدلتی ہے یا بالفاظ دیگر اس کے تعدد کی چوتھی توت کے راست متناسب ہے عام طور پر رامن اثر والے افتراق کے لیے بھی صادق آتا ہے (اگرچہ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ محرک نور کا تعدد جب بکھرنے والے سالمہ کے انجذابی تعدد کے قریب پہنچتا ہے تو اس کلیہ سے انحراف واقع ہوتا ہے)۔ اس لیے واضح ہے کہ رامن اثر کے مطالعہ کے لیے ایک رنگی چھوٹے طول موج کے تیز حدت کے فزہیت موزوں ہیں۔ پارے کے قوسی لمپ کے ساتھ عموماً ۲۳۵۸ (انکسٹروم) ۲۴۰۰، ۲۶۵۰ اور ۲۳۵۰ طول موج کے اشعاع بطور محرک استعمال ہوتے ہیں۔ اگر بطور کا طیف نگار اور آلات ہیبائیڈسکوپس تو صرف پہلے دو طول موج ہی کے اشعاع کام آ سکتے ہیں۔ پارے کے قوسی لمپ کے طیف کا معائنہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ $\lambda = ۲۳۵۸$ والے خط کے بڑھتے طول موج کی جانب محوش سمتی سے ایک وسیع خطہ یعنی خطوط سے معرہ ہے جس کی وجہ سے یہ خط رامن اثر کے اسٹوکی خطوط کے مطالعہ کے لیے بہت موزوں و مفید ثابت ہوتا ہے۔

آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ نے ہیلیم کے قوسی لمپ کا طیفی خطہ $\lambda = ۳۸۸۹$ بھی پزیرا گیا ہے اس کے ساتھ رامن اثر کے تجربوں میں بطور محرک استعمال کیا ہے۔ اس خط کے نور میں اشیاء سے بکھرنے کی خاص صلاحیت ہے اور وہ معمولی شیشے کے

اندر جذب نہیں ہوتا ہے۔ بلکہ کے قوس لب کے ساتھ نکل آکسائیڈ کے شیشہ کا
فلٹر استعمال کرنے سے ایک رنگی اشعاع آسانی سے حاصل ہوتا ہے۔
ٹھوس اشیاء کا رامن اثر مطالعہ کرنے کے لیے پارے کی قوس کا نور
عدسہ کے ذریعہ ٹھوس شے کے کندے (قلم وغیرہ) پر مرکوز کیا جاتا ہے
اور علی التوالم سمت میں جو نور بکھرتا ہے اس کو طیف نگار کی جھری پر ماسک پر
لائے ہیں۔ بار اور اے سی مینزیز (Bar and A. C. Menzies)
نے ٹھوس اشیاء کو سفوف کی حالت میں استعمال کر کے ان کا رامن اثر شاہد کیا۔
مینزیز نے اپنے ایک ابتدائی تجربہ میں پریسم ٹائیسٹ (KNO_3)
کی قلموں کو موئے سفوف کی شکل میں صراحی کے اندر بھر کر ۲۴۷.۴ اور
۲۲۹.۳۷ سمتر موج عدد والے محرک خطوط کے نور کو ان سے بکھرایا تو ۲۳۹.۵۱
اور ۲۱۸.۵ سمتر موج عدد کے رامن خطوط مشاہد ہوئے۔ گویا ۱۰۵.۳ اور
۱۰۵.۲ سمتر موج عدد کی تبدیلی واقع ہوئی جو طول موج ۹۷۵۲ مرے کے ساتھ
شامل ہیں۔

رامن اثر کے طیفی خطوط کی حدت اور ان کی

تقطیب — تجربہ اور نظریہ دونوں سے ثابت ہے کہ اسٹوکی خطوط
(ع - ع) کی حدت ضد اسٹوکی خطوط (ع + ع) کی حدت سے
زیادہ ہے۔ آخرا لذر خطوط تیش کی زیادتی کے ساتھ حدت میں ترقی کرتے
ہیں۔ لیکن قلموں کے ساتھ تجربہ کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ تیش کی ترقی سے بکھرے
ہوئے نور کی حدت میں کمی ہوتی ہے۔ یہ نتیجہ قدیم طبیعیات کے نظریہ کے خلاف
واقع ہے۔

رامن اثر کے تمام اشعاع جو ایک ہی تغیر تعدد \pm ع مختص ہیں ایک ہی
حالت تقطیب میں ہیں محرک اشعاع کا تعدد ع خواہ کچھ ہی ہو۔ معہذا یہ تقطیبی
حالت ع کی تبدیلی کے لحاظ سے وسیع حدود کے اندر بدلتی ہے۔ یعنی مختلف
خطوط کی تقطیب مختلف ہے۔ اس کو غالباً ان خطوط کی اضافی حدت کے ساتھ

قریبی تعلق ہے اور وہ پائین سرخ والے انجذابی خطوط کے ظہور و عدم ظہور کے بھی تابع ہے۔

لا تقطیبیت (Depolarization) سے مراد وہ نسبت

ہے جو واقع نور کی پنسل کے متوازی ارتعاشوں کے لحاظ سے مفترق (یعنی بکھرے ہوئے) اشعاع کی حدت کو پنسل کے علی القوائم ارتعاشوں کے لحاظ سے مفترق حدت کو ہے۔

کم از کم مائعات میں ریلے (Rayleigh) والے مفترق نور کی لا تقطیبیت میں اضافہ ہوتا جاتا ہے نہ جیسے جیسے طیف کے بالائے بنفشی حصہ کے قریب تر پہنچتا ہے یعنی اس کا طول موج گھٹتا ہے۔ نام نہاد بے قاعدہ انتشار نور کا نظریہ بھی اسی نتیجہ پر پہنچاتا ہے۔ جے کیبیلنز (J. Cabannes) نے دریافت کیا کہ بلور اور آسٹلینڈ آسپار کی قلموں میں رامن خطوط کی حدت اور لا تقطیبیت قلموں کی محوری سمت کے تابع ہے۔

جن قلموں کی لا تقطیبیت اکائی سے بڑھ کر ہے ان میں رامن اثر کی حدت زیادہ ہے مگر مائعات میں لا تقطیبیت کی قیمت ہمیشہ اکائی سے کم پائی گئی۔

صفویز نے کاربن ٹترا کلورائیڈ (CCl₄) کے ساتھ تجربہ کر کے یہ رائے قائم کی کہ اگر یہ فرض کر لیا جائے کہ رامن اثر کے منقطب خطوط میں سالمہ کے اندر ارتعاش کی ابتدائی اور آخری سمتیں ایک دوسرے کی متوازی ہیں، غیر منقطب خطوط میں باہد گیر علی القوائم و جزوی منقطب خطوط میں ترجیحی تو اکثر مشاہدات کی توجیہ ہو سکتی ہے۔

چوڑائی کے لحاظ سے رامن خطوط کی تین بڑے گروہوں میں تقسیم ہوتی ہے۔

- (۱) ایک انگسٹروم سے کم چوڑائی (قلموں میں)
- (۲) ایک سے لے کر تین انگسٹروم تک (اکثر و بیشتر مشاہدہ شدہ خطوط)
- (۳) پانچ سے لے کر تیس انگسٹروم تک (معدنی مرکبات میں)

رامن اثر گیسوں اور بخاروں میں — گیسوں اور بخاروں

سے جو نور بکھرتا ہے اس کی حدت بہ نسبت بائعات اور ٹروس اشیاء سے کبھرے ہوتے نور کے بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے گیسوں میں اس اثر کا مطالعہ کرنے کے لیے بھاری دباؤں اور بڑی طاقت کے طیف مناؤں کی ضرورت ہے۔

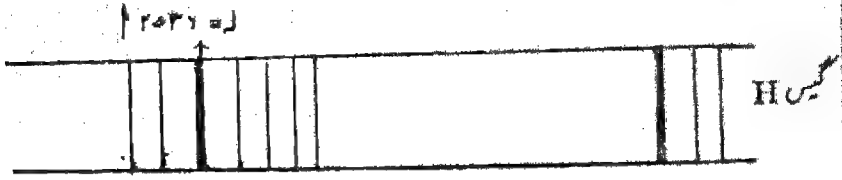
ایچ۔ ایس۔ ایلن (H.S. Allen) نے اپنا یہ خیال ظاہر کیا تھا کہ ہائیڈروجن گیس میں برقی اخراج سے جو ثانوی طیف رونما ہوتا ہے اس کے اکثر ذمہ خطوط رامن اثر سے پیدا ہوتے ہیں جن کی تحریک باہر خطوط کے اشعاع سے ہوتی ہے۔ بعد کو ہندوستان میں دیودھار نے اس کی تصدیق کی اور اسٹوکی اور فنڈ اسٹوکی ہر دو قسم کے رامن خطوط کا پتہ چلایا۔

آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ (R. W. Wood) نے ہائیڈروکلوئک گیس (HCl) میں پارے کے طیفی خط لہ = 30.46×10^8 کے نور کو بکھرا کر رامن خط لہ = 25.81×10^8 مشاہدہ کیا جس کا فرق حدود پانچ سو گیس خط لہ = 31.46×10^8 کے متناظر ہے اور جو HCl گیس کے الجذبانی بند کے انتہائی حدود کے تقریباً عین وسط کا طول موج ہے۔

گزہ ہوائی کے دباؤ پر امونیا گیس (NH₃) سے ہر محرک خط کا نور ایک واحد رامن خط پیدا کرتا ہے۔ کاربن مان آکسائیڈ (CO) ایک رامن خط دیتا ہے جو گیس کے پانچ سو گیس الجذبانی بند کے تعدد کا فرق رکھتا ہے۔ اور کاربن ڈائی آکسائیڈ (CO₂) سے جو رامن خط حاصل ہوتا ہے دو پانچ سو گیس الجذبانی بندوں کے تفاوت کا فرق رکھتا ہے۔

شکل ۱۵۸ میں ریسیٹی (Rasetti) کے تجربہ سے ہائیڈروجن گیس کے رامن خطوط نقل کیے گئے ہیں۔ [پارے کا قوسی لپ بطور محرک استعمال ہوا ہے]۔

جے۔ سی۔ ایم۔ میک لینن (J. C. M. Mc Lennan) نے

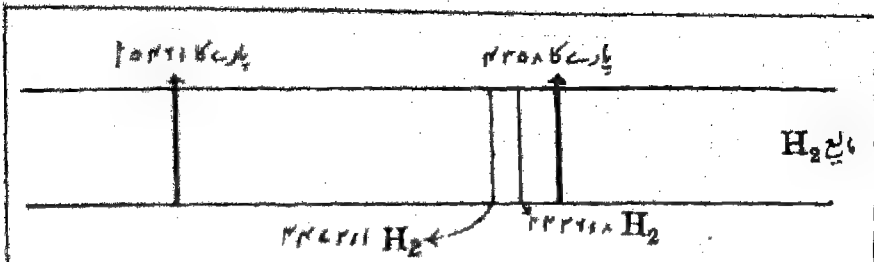


شکل ۱۵۸

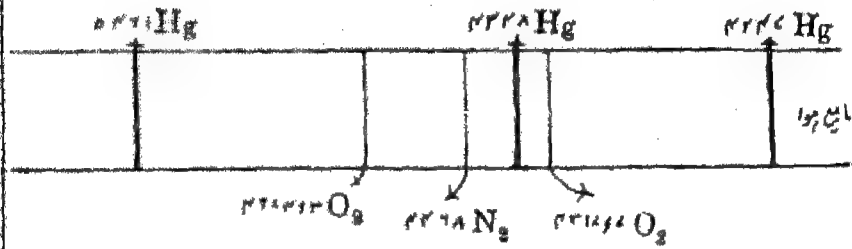
آکسیجن ہائیڈروجن اور نائٹروجن گیسوں میں رامن اثر کے خطوط باہر گیر مساوی فاصلوں پر واقع ہیں۔

مانع آکسیجن، نائٹروجن، ہائیڈروجن اور نیٹرس آکسائیڈ (N_2O) کے ساتھ تجربے کیے۔ اور معلوم کیا کہ مانع نائٹروجن میں ایک رامن خط ملتا ہے جس کا اوسط موج عدد تقریباً 23285 سمٹر^{-۱} ہے۔ اور مانع آکسیجن میں تقریباً 15515 سمٹر^{-۱} اوسط موج عدد۔ چونکہ 15515 سمٹر^{-۱} آکسیجن کے سالمہ کا طبعی حالت میں اولی (primary) ارتعاشی موج عدد متصور ہوتا ہے اس لیے اس کے چار رامن خطوط کی پیدائش میں جو موج عدد شامل ہوتے ہیں یہی اولی ارتعاشی موج عدد ہیں۔

نظریہ بتاتا ہے کہ مانع ہائیڈروجن میں سالمات کا ایک ایسا گروہ ہوتا ہے جن میں گردشوں کا دور $m = 2$ سے $m = 1$ تک ہو سکتا ہے اور ایک دوسرے گروہ جن کا گردش دور $m = 3$ سے $m = 1$ تک ہے۔ میک لینن کے تجربوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ مانع ہائیڈروجن کے چند سالمات صفر ارتعاشی اور صفر گردشی حالتوں میں ہیں اور چند دوسرے سالمات صفر ارتعاشی اور پہلی قدری گردشی حالتوں میں۔ مہذا قسم اول کے سالمات تعداد میں قسم دوم کے سالمات کے دو چند و سہ چند کے بین بین واقع ہیں۔ بدین وجہ بہت چٹنوں پر ہائیڈروجن دو بالکل مختلف نوعیتوں کے سالمات کا آمیزہ ہے۔ شکل ۱۵۹ میں مانع ہائیڈروجن کے رامن خطوط بتائے گئے ہیں اور شکل ۱۶۰ میں مانع ہوا کے۔

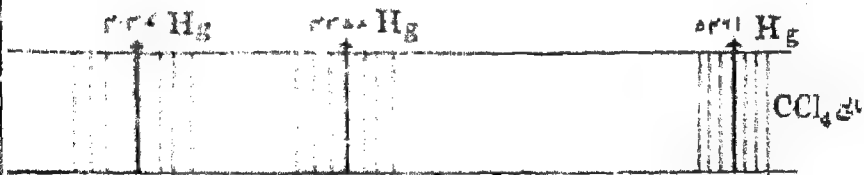


شکل ۱۵۹



شکل ۱۶۰

رامن اثر مایعات میں — جیسا کہ شکل ۱۶۱ میں بتایا گیا ہے کاربن ٹیٹرا کلورائیڈ (CCl_4) کے رامن اثر کا طیف محرک اشعاعی خط کے ہر دو جانب تین تین متساوی انفصل خطوط پر مشتمل ہے۔



شکل ۱۶۱

ڈاڈیو (Dadieu) اور کوہلراؤش (Kohlrausch) نے بہت اچھی طرح پاک و صاف کیے ہوئے پانی میں تقریباً $l = 3$ مہ کے قریب دو چرٹے بند مشاہدہ کیے تھے۔ گنیشن (Ganesan) اور وٹکنیسوارن (Venkateswaran) نے بتایا کہ یہ بند تین علیحدہ علیحدہ اجزاء پر مشتمل ہیں جن کے طول موج علی الترتیب ۲۶۷۷ مہ، ۲۶۹۰ مہ اور ۳۶۱۳ مہ ہیں۔

نملوں کے آبی محلولوں کے رامن اثر میں نمک اور پانی دونوں کی خصوصیات پائی جاتی ہیں۔ گنیشن اور وٹکنیسوارن نے سلفیورک، ہیڈروکلورک اور نیٹرک ترشوں کے آبی محلولوں میں پانی کے معروف بند مشاہدہ کیے، جو ترشہ کے ارتکاز کی ترقی کے ساتھ زیادہ تیز ہوتے جاتے ہیں۔ مختلف فلزی اسیلیوں کے کاربونیٹوں کے آبی محلولوں سے بھی اسی نوع کے رامن خطوط پیدا ہوتے ہیں۔ سلفیٹوں اور نیٹر بیٹوں کے آبی محلولوں سے بھی ایسے ہی خطوط مشاہدہ ہوتے ہیں۔ پس رامن خطوط کے تعددوں $(\pm \epsilon)$ میں جو اختصاصی تعدد $(\pm \epsilon)$ شامل ہیں وہ ترشوں کے رومانی شدہ (ایونائزڈ) اسیلیوں سے پیدا ہوتے ہیں۔

رامن اثر قلماء کے پانی والے کھوسن اشیاء میں۔

کرشنن (Krishnan) نے جپسم $(CaSO_4 + 2H_2O)$ کے رامن خطوط کا مطالعہ کیا تو (SO_4) والے خطوط کے علاوہ مزید تین تیز خطوط (جو قلماء کے پانی سے متعلق ہیں) لہ $= 258$ مہ، 259 مہ اور 350 مہ کے تقریباً اس جگہ مشاہدہ ہوئے جہاں پانی اور ریج کے انجذابی بند کے اجزاء دکھائی دیتے ہیں۔ شیفیر (Schaefer) کو اس تجربہ میں قلماء کے پانی کے صرف دو خط دریافت ہوئے۔ اس کی رائے ہے کہ کرشنن نے جو تین خط مشاہدہ کیے تھے ان میں سے دو ایک دوسرے خط (doublet) سے متعلق ہیں جو پانی کے سالمات

کے سنجوگی اثر سے رونما ہوتے ہیں۔
 قلموں کے رامن خطوط تیز ہوتے ہیں اور پیش کی ترقی کے ساتھ ان کی
 تیزی گھٹتی اور انتشار بڑھتا ہے۔

لینڈن برگ اور مینڈیلسٹام (Landsberg and Mandelstamm)

نے دریافت کیا کہ آئس لینڈ اسپار کے رامن طبعی خطوط میں سے ایک خط (CO)
 روال (ایون) کے مناظری غیر عامل اساسی تعدد کے متناظر ہے۔

شیفہر، ماٹوسی (Matossi) اور آڈر ہولڈ (Aderhold)
 نے لامہ (کارپوئیٹ، نیٹریٹ، کلوریٹ اور برومیٹ) گروہوں اور
 نیز لامہ (سلفیٹ، سیلینیٹ، امونیم نوسفیت اور امونیم کلورائیٹ)
 گروہوں کے رامن طیفوں کے فوٹو گراف لیے تو معلوم ہوا کہ لامہ گروہوں
 میں غیر عامل تعدد کا خط ہمیشہ بہت ہی واقع ہوتا ہے اور محور کے متوازی
 ارتعاشوں کا خط ہمیشہ معدوم رہتا ہے۔ لامہ گروہوں میں چار تعدد
 ہوتے ہیں جن میں سے دو غیر عامل ہیں۔

رامن اثر کا مختصر نظریہ - مادی واسطوں میں

سے جب نور گزرتا ہے تو واضح ہے کہ عام طور پر مادہ کے سالمات اور
 واقع نور کے مابین توانائی اور معیار حرکت کا تبادلہ ہوتا ہے۔ گویا سالمہ اور
 نور کے قدریہ میں ایک طرح کا تصادم واقع ہوتا ہے جس میں سالمہ ایک
 قدری حالت سے نکل کر دوسری قدری حالت میں چلا جاتا ہے اور نتیجتاً
 توانائی جذب کرتا ہے یا خارج۔ پس عموماً کبھی تو نور کے قدریہ کا
 تعدد اور اخراج کی سمت واقع نور کے قدریہ سے مختلف ہوتے ہیں۔ یہ
 تصور کیا جاسکتا ہے کہ واقع نور کا قدریہ جذب ہو جاتا ہے اور ایک دوسرا
 قدریہ سالمہ سے خارج ہوتا ہے جو ”بکھرے ہوئے“ نور کا قدریہ کہلاتا
 ہے۔ اس عمل میں دو مختلف صورتیں غور طلب ہیں۔

مگر نور کے بکھرنے میں سالمہ کی قدری حالت نہیں تبدیل ہوتی ہے تو بکھرے ہوئے اشعاع کا تعدد واقع نور کے تعدد سے تقریباً مطابقت ہوتا ہے۔ یہ صورت افتراق بلا تبدیلی تعدد یا اتصالی افتراق (Coherent scattering) کی ہے۔ قدیم طبیعیات کے نظریہ (Classical theory) میں اس قسم کے بکھراؤ سے بحث کی جاتی ہے۔

۱۹۲۳ء میں اسمیکال (Smekal) نے ایک دوسرے قسم کے بکھراؤ کا امکان ظاہر کیا جس میں سالمہ توانائی کی ایک سطح سے نکل کر ایک دوسری سطح منتقلی پر پہنچتا ہے یعنی اس کی توانائی میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ ذریعہ نور واقع اور منفرد نور کے تعدد علی الترتیب ع اور ع ہیں۔ پس اصول بقائے توانائی کی روش سے

تو + ع = ع + ع یعنی جس میں ہ = پلانک کا مستقل عمل پس بکھرے ہوئے نور میں تعدد کا تفاوت

$$ع - ع = \frac{1}{h} (تو - ع) \quad (۱)$$

اس سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ بکھراؤ کے دوران میں توانائی کی تبدیلی بالالتزام سالمہ کے اخراجی (Emission) طیف کے تعددوں میں سے ایک تعدد کے مساوی ہے۔ اگرچہ یہ ممکن ہے کہ قاعدہ انتخاب (Selection Rule) اس کے متناظر مورد کو ممنوع قرار دے۔ یہ صورت غیر اتصالی افتراق کی ہے جو اب رامن اثر کے نام سے مشہور ہے۔

ان دو قسم کے افتراقوں میں بڑا اختلاف یہ ہے کہ جو نور بلا تبدیلی تعدد منفرد ہوتا ہے یعنی بکھرتا ہے اس کا واقع نور کے ساتھ تداخل ہوتا ہے۔ انتشار نور (dispersion) اسی تداخل سے پیدا ہوتا ہے۔ لیکن رامن اثر میں جو نور منفرد ہوتا ہے اس کا واقع نور کے ساتھ تداخل نہیں ہوتا۔

رامن اثر کی توجیہ میں فرض کیا جاتا ہے کہ یہ اثر نور کے ایک قدریہ اور مادہ کے سالمہ کے تصادم سے پیدا ہوتا ہے جس میں قدریہ E توانائی کا تفاوت (تساق - تساو) یا تو خارج کر دیتا ہے یا جذب کر لیتا ہے۔ اور اس طرح ایک دوسرے قدریہ میں تبدیل ہوتا ہے جس کا تعداد

$$E_n = E_o - (تساق - تساو) = E_o \pm E_{eq} \dots (۳)$$

جس میں حروف و ادرق واقع اور منفرد فرد سے متعلق ہیں۔

رامن اثر کے خطوط کی حدتوں میں جو اختلاف شاذہ ہوتا ہے اس کی اس طرح توجیہ ہو سکتی ہے۔ ہمیں معلوم ہے کہ مادہ کی واسطہ کے سالمات تساق، تساو، تساو وغیرہ توانائیوں کی قدریہ حالتوں میں منقسم رہتے ہیں۔ اگر اس تقسیم کو بولٹسمان (Boltzmann) کے کلیہ کے تابع تصور کیا جائے تو ایسے سالمات کی تعداد N جو کسی نوعی حالت تساو میں ہوں مساوات ذیل سے دریافت ہوتی ہے :-

$$N = N_o e^{-\frac{E}{kT}} \dots (۳)$$

جس میں N_o ایک مستقل ہے، N سالمات کی جملہ تعداد، اور حالت زیر بحث کی اعداد و شماری (Statistical) اہمیت یا وزن ہے اور k بولٹسمان کا مستقل۔ (طریق مطلق تپش اور قوت نیپیری نوکارتوں کا اساس)۔ اس جملہ سے ظاہر ہے کہ اسٹوکی خطوط کی حدت ضلہ اسٹوکی کی حدت سے کس لیے زیادہ ہے۔ اول الذکر خطوط ایسے سالمات کے متناظر ہیں جن کی توانائی کی قیمت گھٹتی ہے اور یہ سالمات زائد توانائی والے سالمات سے تعداد میں بڑھے ہوئے ہوتے ہیں۔ واقعہ یہ ہے کہ تساو کی قیمت جس قدر کم ہوگی $\frac{E}{kT}$ کی قیمت زیادہ ہوگی پس اعداد و شماری

توازن کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اسٹوکسی مرور کی بہ نسبت فضا اسٹوکسی مرور کم کثرت کے ہوتے ہیں۔

غیر انتظامی افتراق میں خطوط کی حدت کا مسئلہ بڑی اہمیت رکھتا ہے۔ قدری میکانیات اور اور برقی حرکیات سے بکھرے ہوئے نور کے خط کی حدت کے لیے حسب ذیل ضابطہ حاصل ہوتا ہے :-

$$E_n = E_o \pm E_{oc}$$

$$حدت ح = \left[\frac{1}{2} \left(\frac{E_o}{E_o} \right) \right] \{ \text{جم } 2 \pi \} (E_o \pm E_{oc})$$

$$(5) \dots \dots \dots \left[\left\{ \left(\frac{S_o}{E_o} - \frac{S_o}{E_o} \right) \right\} \right] \times$$

اس ضابطہ میں $1 =$ اولی اشعاع کا محیط ارتعاش سے S_o ایک مستقل ہے جو دوں حالت میں موجود سالمات کی تعداد کے متناسب ہے۔ L_o اور L_{oc} اعداد ہیں جو حالت ک سے o اور oc حالتوں میں از خود مرور کے احتمالات کو تعبیر کرتے ہیں۔

یہ ضابطہ کرامر (Kramers) اور ہائیزنبرگ (Heisenberg) نے ۱۹۲۵ء میں اپنے نظریۂ انتشار نور سے متعلق اخذ کیا تھا اور اب قدری میکانیات کے ذریعہ زیادہ صحیح اصول پر ثابت ہوا ہے۔ اس ضابطہ میں یہ ندرت ہے کہ اس میں مرور و oc کا احتمال شامل نہیں ہے۔ $(E_o \pm E_{oc})$ تعداد والے رامن خط کی حدت غیر منعدم ہونے کے لیے اس کا کافی ہے کہ o اور oc حالتیں ایک تیسری حالت ک کے ساتھ مرکب بننے کے قابل ہوں۔ o مرور ممنوع بھی ہو سکتا ہے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اگرچہ ہر ایک رامن خط سالمہ کے طیف کے ایک میں خط کا متناظر ہے۔ تاہم ان دونوں صورتوں میں ان کی حدتیں بالکل مختلف ہو سکتی ہیں۔

سالمات کے خواص اور ان کی ساخت کی تحقیق میں رامن اثر کو بڑی اہمیت حاصل ہے۔ چنانچہ ستمبر ۱۹۲۹ء میں فیوڈاڈے سو سائنس کے ایک اجلاس میں اس اثر پر بہت تفصیل کے ساتھ بحث کی گئی اور متعدد مضامین پڑھے گئے۔ اس اثر کے ذریعہ منجملہ اور امور کے N_2 کی صنف کے دو جوہری سالمات کے جمود کے معیار اثر کی لحاظ "عرضی" محور حسابی تیسرے ہو سکتی ہے۔ سالمات کی ساخت کے متعلق معلوم ہو سکتا ہے کہ آیا وہ اپنے جواہر کی ترتیب کے لحاظ سے متشاکل ہیں یا غیر متشاکل، خطی ہیں یا کروی، وغیرہ وغیرہ۔

قاصر شد



فہرست اصطلاحات

طبیعی مناظر

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
A		B	
Aberration	ضلالت	Band spectrum	بندناطیف
Absent (spectrum)	مفقور یا غیر موجود (طیف)	Betelgeuse	ابطالچوزاؤ
Absolute motion	مطلق حرکت	C	
Absorption (spectrum)	انجذاب (طیف)	Canada Balsam	کینیڈا بلسام
Achromatic (curves)	غیر رنگی یا بے رنگ (منحنيات)	Canal rays	نہری شعاعیں
Aelotropic	غیر مساوی الاستوت	Capella	عیقوت
Analyzer	مشرع	Cirrus (cloud)	ریش نما (ابر)
Anomalous (dispersion)	بیضی انتشتا	Class (of spectrum)	(طیف کا) درجہ
Antares	قلب العقرب	Co-efficient	سر
Aperture	سہوہ	Coherent (scattering)	اتصال (افترق)
Astigmatism	عدم ماسکت	Compensator	مساویض
Astrophysics	ہیستقی طبیعیات	Complex	مطف
Atomic number	جوہری عدد	Concave grating	مقعر جالی
Azimuthal	الستقی	Conical refraction	مخروطی انعطاف

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Continuum (four-dimensional)	(چار ابعادی) سلسلہ	Emission (spectrum)	اخراجی طیف
(Fitzgerald-Lorentz)	(فیتزجرالڈ-لورینٹز)	Empirical	استحانی
Contraction	سکڑاؤ	Enhanced (lines)	ازدیاری (خطوط)
Converging	ملاقا (جمع شدہ)	Envelope	لغات
(wave number)		Ether drift	ایتری ہواؤ
Corona	اکلیل	Event	واقعہ
Curvature (of space)	(فضائی) انحراف	External (conical refraction)	بیرونی (خروطی انعطاف)
D		F	
Depolarization	لاقطبیت	Field	میدان قوت
Diffraction (of light)	انکسار (نور)	Fine structure	(خطوط کی) باریک ساخت
Diffuse Series	منتشر سلسلہ	(of lines)	
Direction cosines	مستی جیب تمام	Fluorescence	فلورینس یا سیل سپاری تیزتر
Dispersion	انتشار	Frequency	تعدد
Displacement	ہٹاؤ	Fundamental Series	اساسی سلسلہ
Doubler	مضاعف	G	
Double refraction	دو بار دو ٹیلا انعطاف	General Theory of Relativity	عام نظریہ اضافیت
Doublet	دوہرہ (طیفی خط)	Grating	جالی
Draco	تینین	Gravitational	ستجاذبی
E		H	
Electronic band	برقی بند	Halo	ہالہ
Electron Spin	برقی گھماؤ		
Ellipsoid	کرہ نما		

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Head (of a series)	سلسلہ کا سر	Micron	مائکرون
I		Mizar	میزر
Intra-red	بائن سرخ	Molecular scattering	سایکلیکولر انٹراکٹ
Integral	تکامل	Moment of inertia	جسور کا سیارہ اثر
Interference	تداخل	Mounting	تنصیب
Interferometer	تداخل کا پیمانہ	Multiplet	مضاعفی خط
Internal (Conical refraction)	اندرونی (مخروطی انکسار)	N	
Interval	وقفہ	Non-coherent (scattering)	غیر یکسانی (انٹراکٹ)
Inverse (Zeeman Effect)	مقلوب زیمانی اثر	Non-crystalline	نقلا
Ion	روان یا ایون	Normal	عماد
Isochromatic	ہم لونی	Nucleus	مرکزہ
Isotropic	متساوی السموت	O	
L		Oblate (spheroid)	چپا کرہ نما
Larmor Precession	لارمری استقبال	Orbital motion	مداری حرکت
Lemniscate	ایٹرن یا دو چشمہ منحنی	Order (of spectrum)	(طیف کا) رتبہ
M		Oscillator	ہیٹرز
Magellanic cloud	مجلانی ابر	P	
Magneton	مقنیتہ	Parameter	مبتدل
Magnitude (optical)	(نفاذی) قدر	Parallax	اختلاف نظر
Mechanical pressure	میکانی دباؤ	Perihelion	حقیض
Meteorology	جویات	Phase integral	ہستی کی مکمل
		Phosphorescence	توتہر

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Polarization	تقطیب	Selective reflection	انتخابی انعکاس
Polarizer	مقطب	Series	سلسلہ
Postulate	اسمیل موضوعہ	Set	سٹ
Potential	قوتہ	Sharp (series)	تیز (سلسلہ)
Primary	اولیٰ	Singlet	اکہرا خط
Principal (series)	صدد (سلسلہ)	Singular ray velocity	واحد شعاعی رفتار
Projection	پنشن	Singular wave velocity	واحد موجی رفتار
Puppis	پسکس		
Q			
Quantum	قدرتہ	Sirius	شیرا
Quantum number	تدریجی عدد	Slit	چھری
R		Space curvature	فضائی انحناء
Radiometer	رڈیومیٹر	Special theory	اختصاصی نظریہ اضافیت
Radius vector	نقطہ سمتی	of relativity	
Rectangular	مستطیل	Spectrograph	طیف نگار
Relativity	اضافیت	Spiral	لولی
Resolving power	تحلیلی طاقت	Splitting factor	افتران جزو ضرب
Resonance	رنس	Stark Effect	اشار کی اثر
Restitution (force of)	(توتہ) بازوئی	Stratus cloud	طباق نما ابر
Rhomb	رومب یا مجسم حقین	Stress	مماسی زور
Rotational band	گردشی بند	Systematic (error)	تثبیتی (خطا)
S		T	
Satellite	تابع	Transformation	استحالہ
Scattering	بکھراؤ یا افتران	Transformer	متبدل

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Transition	مرو	Venus	نہار
Triplet	تہر خط	Vibro-rotatory	اہترزائی گردش
U		W	
Undetermined	غیر معین ضارب	Wave front	نامید موج
multiplier		Wave mechanics	موجی میکانیات
Unvariant	نامتغیر	Z	
V		Zeeman Effect	زیمانی اثر
Valency electron	گرفتہ برقیہ	Zone plate	منطقتی تختی

اعلام ناما

طبیعی مناظر

صحنہ	غلط	صحنہ	غلط	صحنہ	غلط	صحنہ	غلط
و	ر	۳۹	۳۹	شالوی	شالوی	۸	۸
قطر فطری	قطر فطری	۷	۷	السیاج پر چوڑے مورخ کے خانہ پر تپاؤں	السیاج پر چوڑے مورخ کے خانہ پر تپاؤں	۱۰	۱۰
Breust-	Brewster	۷	۵۵	مجازی	مجازی	۱۰	۲۸
د د	و د	۱	۵۶	فرینیل	فرینیل	۳	۳۶
صلیبی	صلیبی	۲	۷	(دیکھو)	(دیکھو)	۱۳	۳۵
تلمبند	تلمبند	۱۰	۷	—	—	۲۳	۳۶
د	د	۲۲	۵۸	—	—	۷	۲۷
ت	ت	۱۳	۶۲	متوازی	متوازی	۲۰	۳۹
۲۱	۲۱	۷	۷	س	س	۳۰	۳۰
۱۱	۱۱	۲۵	۶۹	ع	ع	۷	۷
۱۴	۱۴	۲۰	۷۷	ع	ع	۷	۷
قرب	قرب	۷	۸۱	نوختہ	نوختہ	۱۳	۲۲
۲	۲	۷	۸۹	(۲-۲)	(۲-۲)	۷	۲۲
جب	جب	۲	۹۶	—	—	۷	۲۲
منفذ	منفذ	۱۲	۱۰۳	—	—	۷	۲۲

صحیح	غلط	نمبر	نمبر	صحیح	غلط	نمبر	نمبر
زیادہ درجوں	زیادہ درجوں	۱۱۴	۷	زیادہ درجوں	زیادہ درجوں	۱۱۴	۷
دو درج	دو درج	۱۱۵	۸	دو درج	دو درج	۱۱۵	۸
رتبہ	رتبہ	۱۱۶	۹	رتبہ	رتبہ	۱۱۶	۹
کا رتبہ	کا رتبہ	۱۱۷	۱۰	کا رتبہ	کا رتبہ	۱۱۷	۱۰
رتبہ	رتبہ	۱۱۸	۱۱	رتبہ	رتبہ	۱۱۸	۱۱
کے رتبہ	کے رتبہ	۱۱۹	۱۲	کے رتبہ	کے رتبہ	۱۱۹	۱۲
H β	H β	۱۲۰	۱۳	H β	H β	۱۲۰	۱۳
متعلقہ	متعلقہ	۱۲۱	۱۴	متعلقہ	متعلقہ	۱۲۱	۱۴
He	He	۱۲۲	۱۵	He	He	۱۲۲	۱۵
اکبر	اکبر	۱۲۳	۱۶	اکبر	اکبر	۱۲۳	۱۶
h	h	۱۲۴	۱۷	h	h	۱۲۴	۱۷
ایسے	ایسے	۱۲۵	۱۸	ایسے	ایسے	۱۲۵	۱۸
انگشٹروں	انگشٹروں	۱۲۶	۱۹	انگشٹروں	انگشٹروں	۱۲۶	۱۹
طبیعی درجوں	طبیعی درجوں	۱۲۷	۲۰	طبیعی درجوں	طبیعی درجوں	۱۲۷	۲۰
کی تقصیب	کی تقصیب	۱۲۸	۲۱	کی تقصیب	کی تقصیب	۱۲۸	۲۱
میدان	میدان	۱۲۹	۲۲	میدان	میدان	۱۲۹	۲۲
شواہٹشلڈ	شواہٹشلڈ	۱۳۰	۲۳	شواہٹشلڈ	شواہٹشلڈ	۱۳۰	۲۳
H γ	H γ	۱۳۱	۲۴	H γ	H γ	۱۳۱	۲۴
منعطف	منعطف	۱۳۲	۲۵	منعطف	منعطف	۱۳۲	۲۵
ایٹھ	ایٹھ	۱۳۳	۲۶	ایٹھ	ایٹھ	۱۳۳	۲۶
گلیز برڈک	گلیز برڈک	۱۳۴	۲۷	گلیز برڈک	گلیز برڈک	۱۳۴	۲۷
ط	ط	۱۳۵	۲۸	ط	ط	۱۳۵	۲۸
رفقار (ر)	رفقار (ر)	۱۳۶	۲۹	رفقار (ر)	رفقار (ر)	۱۳۶	۲۹
نقطہ	نقطہ	۱۳۷	۳۰	نقطہ	نقطہ	۱۳۷	۳۰
سہول	سہول	۱۳۸	۳۱	سہول	سہول	۱۳۸	۳۱
سہول	سہول	۱۳۹	۳۲	سہول	سہول	۱۳۹	۳۲
تفاوت	تفاوت	۱۴۰	۳۳	تفاوت	تفاوت	۱۴۰	۳۳
تقطیعی	تقطیعی	۱۴۱	۳۴	تقطیعی	تقطیعی	۱۴۱	۳۴
اتنی	اتنی	۱۴۲	۳۵	اتنی	اتنی	۱۴۲	۳۵
پیدا	پیدا	۱۴۳	۳۶	پیدا	پیدا	۱۴۳	۳۶
یساری	یساری	۱۴۴	۳۷	یساری	یساری	۱۴۴	۳۷
عہ = ۹۰	عہ = ۹۰	۱۴۵	۳۸	عہ = ۹۰	عہ = ۹۰	۱۴۵	۳۸
۵۵	۵۵	۱۴۶	۳۹	۵۵	۵۵	۱۴۶	۳۹
Bequerel	Bequerel	۱۴۷	۴۰	Bequerel	Bequerel	۱۴۷	۴۰
برہ	برہ	۱۴۸	۴۱	برہ	برہ	۱۴۸	۴۱
عین	عین	۱۴۹	۴۲	عین	عین	۱۴۹	۴۲
دباؤ	دباؤ	۱۵۰	۴۳	دباؤ	دباؤ	۱۵۰	۴۳
ماٹکلسن	ماٹکلسن	۱۵۱	۴۴	ماٹکلسن	ماٹکلسن	۱۵۱	۴۴
۱ - ۱/۲	۱ - ۱/۲	۱۵۲	۴۵	۱ - ۱/۲	۱ - ۱/۲	۱۵۲	۴۵
ایٹھ	ایٹھ	۱۵۳	۴۶	ایٹھ	ایٹھ	۱۵۳	۴۶
عمومی	عمومی	۱۵۴	۴۷	عمومی	عمومی	۱۵۴	۴۷
اصافیت	اصافیت	۱۵۵	۴۸	اصافیت	اصافیت	۱۵۵	۴۸
ظہور	ظہور	۱۵۶	۴۹	ظہور	ظہور	۱۵۶	۴۹
س	س	۱۵۷	۵۰	س	س	۱۵۷	۵۰
تفاوت	تفاوت	۱۵۸	۵۱	تفاوت	تفاوت	۱۵۸	۵۱
زبردست	زبردست	۱۵۹	۵۲	زبردست	زبردست	۱۵۹	۵۲
خط	خط	۱۶۰	۵۳	خط	خط	۱۶۰	۵۳
۲۲۳۸	۲۲۳۸	۱۶۱	۵۴	۲۲۳۸	۲۲۳۸	۱۶۱	۵۴

کتاب

۱۱۲۸ DUE DATE ۵۳۵۵۲

(۲b)

۲۲-۶۲

سکینہ

۱۱۲۸

۵۳۵۵۲

(۲۵)

۳۳۰۴۲

DATE	NO.	DATE	NO.